

T H E S E

présentée

A L'U.E.R. DES SCIENCES EXACTES ET NATURELLES
DE L'UNIVERSITE DE CLERMONT

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITE
(Mention Sciences naturelles)

par

Liliane COURTOIS

DESCRIPTION PHYSICO-CHIMIQUE DE LA CERAMIQUE ANCIENNE :

LA CERAMIQUE DE CHYPRE AU BRONZE RECENT

*Soutenue publiquement le 19 Juin 1971
devant la Commission d'Examen*

MM. M. ROQUES, Professeur.....	Président
P. LAPADU-HARGUES, Professeur.....	} Examineurs
P. BORDET, Maître de Recherche au C.N.R.S...	
J. DESHAYES, Professeur, Directeur U.E.R. Arts et Archéologie de Paris...	Invité



N° 44
Série Du

THESE

présentée

A L'U.E.R. DES SCIENCES EXACTES ET NATURELLES
DE L'UNIVERSITE DE CLERMONT

pour obtenir

'LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITE
(Mention Sciences naturelles)

par

Liliane COURTOIS

DESCRIPTION PHYSICO-CHIMIQUE DE LA CERAMIQUE ANCIENNE ; LA CERAMIQUE DE CHYPRE AU BRONZE RECENT

*Soutenue publiquement le 19 Juin 1971
devant la Commission d'Examen*

MM. M. ROQUES, Professeur..... *Président*
P. LAPADU-HARGUES, Professeur..... *Examinateur*
P. BORDET, Maître de Recherche au C.N.R.S.... *Examinateur*
J. DESHAYES, Professeur, Directeur U.E.R.
Arts et Archéologie de Paris.... *Invité*



UNIVERSITE DE CLERMONT
U. E. R. des Sciences Exactes et Naturelles

Président de l'Université : M. KOHLMULLER Robert
Directeur (Recherche) : M. GUILLAUME Marcel

PROFESSEURS

M. RAMBAUD René	Chimie
M. ROQUES Maurice	Géologie
M. LAPADU-HARGUES Pierre	Minéralogie
M. LUTZ Hubert	Biologie Animale
M. RAOULT Gaston	Physique
M. CHAMPAGNAT Paul	Physiologie Végétale
M. DUPLESSIS-KERGOMARD Alain	Chimie
M. AVAN Jean-Louis	Physique expérimentale
Mme HENNEQUIN Françoise	Mathématiques Pures
Mle BERTHET Ginette	Physique
M. LOISEAU Jean	Botanique
M. COMBE René	Physique
M. de PUYTORAC Pierre	Zoologie
Mme AVAN Madeleine	Physique
Mle DONDON Marie-Louise	Chimie Physique
M. DELOST Paul	Physiologie animale
M. VIALARD André	Chimie
M. KOHLMULLER Robert	Chimie Minérale
M. GUILLAUME Marcel	Algèbre
M. COMBE Jean	Physique
M. HENNEQUIN Paul	Mathématiques Appliquées
M. L'HERITIER Philippe	Génétique
M. VESSIERE Roger	Chimie Organique
M. BAILLAUD Lucien	Botanique
M. BERNARD Maurice	Physique
N.	Chaire de Chimie Physique
M. ACCARY	Métallurgie - C. U. S. T.

PROFESSEURS ASSOCIES

M. ROCCOS Pantelis	Mathématiques Pures
M. PEREZ	Mathématiques Appliquées

PROFESSEURS SANS CHAIRE

M. PETERLONGO Jean-Marc	Géologie
M. BATHIER Marcel	Physique
Mle DUCHER Suzanne	Chimie
M. FALGAS Maurice	Mathématiques Pures
M. MARTINET Pierre	Chimie

M. MAISONNEUVE Jacques
 M. CAPESTAN Michel
 M. LENOIR Marcel
 M. THOMAS Jean
 M. ISABELLE Didier
 M. SOULAGE René
 M. COURDUROUX Jean-Claude
 M. JOYON Louis
 M. ROCHE Jean

Géologie
 Chimie
 Mathématiques Pures
 Physique
 Physique
 Géophysique Générale
 Botanique
 Biologie - I. U. T. Clermont
 Physique - I. U. T. Clermont

MAITRES DE CONFERENCES

M. DUFAURE Jean-Pierre
 M. BADRIKIAN Albert
 M. GRAIN Jean
 Mme BESSERRE Anne-Marie
 M. JEAN Claude
 M. LE THAN PHONG
 M. MIGNOT Jean-Pierre
 M. VELLE Georges
 M. COUSSEINS Jean-Claude
 M. LEMAIRE Jacques
 M. CHADEYRAS Marcel
 M. BOILLAT Guy
 M. CADORET Robert
 M. LE MEN François
 M. GAGNY Claude
 M. LARPENT Jean-Paul
 M. BESSERRE Daniel
 M. ACKERMANN Patrick
 M. LHOMME Jean
 M. AUSLENDER Alfred
 M. IMBAUD
 M. COULOMBEAU
 M. FANGUIN René
 M. GUILLOT Albert
 M. NIGOND Jacques
 M. LEVY Philippe
 M. MERCIER Michel
 M. PRORIOLE Joseph
 M. ROCHE Guy

Cytophysiologie
 Mathématiques Appliquées
 Zoologie et Biologie cellulaire
 Mathématiques Pures
 Physiologie animale
 Mathématiques Pures
 Zoologie
 Psycho-Physiologie
 Chimie
 Chimie
 Mathématiques Pures
 Mathématiques Pures
 Physique
 Physique
 Géologie
 Microbiologie Appliquée C. U. S. T.
 Spectroscopie C. U. S. T.
 Electronique Automatique CUST
 Chimie des Substances Nat. CUST
 Mathématiques Appliquées
 Physique
 Chimie Organ. Phys. C. U. S. T.
 Physique - I. U. T. Clermont
 Biologie Appliquée - I. U. T. Clermont
 Agronomie - I. U. T. Clermont
 Physique - I. U. T. Montluçon
 Physique - I. U. T. Montluçon
 Physique - I. U. T. Montluçon
 Physique - I. U. T. Montluçon

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

M. COFFI-N'KETSIA Barben
 M. DUSSAUCHOY
 M. LETAC Gérard

Mathématiques Pures
 Informatique C. U. S. T.
 Mathématiques et Informatique -
 I. U. T. Clermont

SECRETAIRE GENERALE

Mme CHOPART Marie-Louise

ERRATA

Sommaire : Chapitre IV - III - "La céramique égéenne"

Pages 1 - ligne 24 : cycles géochimiques

2 - l. 14 : argile gonflante

3 - l. 29 : argile gonflante

4 - l. 18 : en graphite (1) ; l. 40 : La cuisson*

5 - l. 31 : un engobage d'argile lustrée et grasse

6 - l. 26 : (Sigillée)

7 - l. 16 : Surface de 20.000 m² et plus

15 - l. 19 : Sougères ; l. 32 : Suse ; l. 33 : Jam

16 - l. 12 : Néolithique ancien précéramique

17 - l. 9 : (Quelquefois copie de formes métalliques)

18 - l. 15 : α = densité apparente

l. 16 : ρ = densité absolue

20 - l. 4 : "fond plasmique" ; (moins de 20 microns)

25 - l. 9 : phyllites orientées

28 - l. 26 : de 40 microns à 1,5 mm

33 - l. 3 : La rhyolite ; l. 37 : psammites

36 - l. 21 : riche en gros radiolaires d'opale

37 - l. 27 : et un relief très fort

38 - l. 38 : gypse

49 - l. 6 : P. de Miroschefji ; l. 5 : Khirbet -Kerak

52 - l. 20 : quartz α

53 - l. 35 : Sougères (Yonne)

62 - l. 1 : Elburz ; l. 39 - dès 18 Å

65 - l. 8 : "verniss à l'antique" dévitrifié

78 - l. 14 : roche mère ; l. 35 : Mycénienne III A.

83 - l. 15 : supprimer : ... et des minéraux détritiques, des cristallisations de synthèse

84 - l. 14 : page 70.

(2)

Pages 90 - l. 11 : par endroit

91 - l. 23 : Djebel Qalaa

94 - l. 11 : Sougères ; l. 17 : Elbourz

96 - l. 19 : Ces vernis ; l. 32 : montmorillonitique

97 - l. 6 : qui était relativement bien cristallisée

98 - l. 25 : couvertes de végétation, non défrichés,

101 - l. 13-14 : pH 3 ; pH 9-10 ; l. 24 : Jam ; l. 29 : Calcitisation massive

102 - l. 10 : Pont de Chabestan ; l. 31 : des plus variées.

109 - l. 3, 10 : Maestrichtien

110 - l. 1 : Coupes géologiques schématiques

111 - l. 22 : Ayios Sazomenos

112 - Villafranchien, Campanien

114 - l. 11 : l'affleurement quaternaire de Ayia Napa ; Petra tou Limniti ;
l. 26 : Ayios Epiktitos.

116 - l. 8 : renommées ; l. 22 : (Buchholz)

118 - l. 8 : effacé ; l. 22 : nommées

120 - l. 20 : cananéennes ; en note : fabrication

123 - l. 33 : Archaeological

125 - l. 30 : microcristalline

127 - l. 13 : PUNCTURED

130 - l. 16 : pâte grise

133 - l. 26 : Leather

134 - l. 32 : > 3

136 - l. 13 : Akhera

145 - l. 11 : Lire : la céramique bichrome, dite "Palestinian Ware" (EPSTEIN,
1966) a été comparée à l'art des Hourrites

146 - l. 36 : argilite peu calcaire

148 - l. 18 : Mackenzie ; l. 30 : équidistance

149 - l. 33 : répétition à supprimer ; l. 37 : Catling ; l. 41 : sont aussi nommées.

150 - l. 5 : minoénnes ; l. 6 : Jarre

151 - l. 6 : supprimer : les céramiques

152 - l. 33 : "cuisant pâle"

153 - l. 30 : ne se distingue pas

Pages 154 - l. 13 : déformés ; l. 38 : Kleiner

156 - l. 2 : Lakish

158 - l. 28 : industrielle ; l. 29 : abondante

160 - l. 6 : Ras-Shamra

164 - l. 3 : à l'imitation

169 - l. 27 : Skouriotissa

174 - Allochtone ; Autochtone.

179 - l. 25 : Bronze récent III B-C

l. 30 : Bronze récent III C

l. 32 : Céramique mycénienne III C 1 l

183 - l. 1 : White Painted

Bibliographie :

p. I - l. 31 : antiquities

p. II - l. 30 : Mycenaean ; l. 32 : Cyprus ; l. 44 : Klincksieck

p. III - l. 1 : (1951) ; l. 13 : antiquities ; l. 20 : supprimer : A 5321/A 131
l. 27 : 1968-1969

p. IV - l. 45 : Annuario

p. V - l. 15 : Toepfern ; l. 18 : Abschnitt der Athenatempels ; l. 19 : Istanbuler

p. VI - l. 37 : Klincksieck

p. VII - l. 8 : Problems

p. VIII - l. 4 : Tell-Ed-Duweir

AVANT - P R O P O S

Je tiens à exprimer ma gratitude aux personnes, très nombreuses, qui se sont intéressées aux problèmes de l'examen scientifique de la céramique ancienne et qui m'ont aidée dans des domaines divers à réaliser cet ouvrage.

Tout d'abord, je dois particulièrement remercier M. A.F. de Lapparent et M. P. Bordet qui m'ont accueillie à Paris à l'Institut de Géologie I.G.A.L. et ont dirigé avec bienveillance depuis le début, ces recherches interdisciplinaires auxquelles j'ai dû me livrer.

A Clermont-Ferrand, M. le Professeur Maurice Roques m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ma thèse ; j'avais d'ailleurs reçu dans son laboratoire des avis très instructifs, dont je lui suis vivement reconnaissante. Je tiens à dire aussi ma gratitude à M. Pierre Laplaud-Haigues, professeur de Minéralogie.

Je remercie M. J. Deshayes, directeur de l'U.E.R. d'Art et d'Archéologie de l'Université de Paris I. pour ses conseils et pour avoir bien voulu s'associer au jury. Je remercie également M. H. de Contenson, Maître de recherche au C.N.R.S., pour l'appui et les directives qu'il a bien voulu m'apporter pendant l'élaboration de ce travail.

A Chypre, M. V. Karageorghis, directeur du Service des Antiquités et M. Th. M. Pantazis, géologue du Geological Survey de Nicosie, m'ont accordé toutes les facilités pour obtenir les échantillons et la documentation nécessaires à l'étude des céramiques chypriotes anciennes. Je leur exprime ma très profonde gratitude. Je remercie particulièrement M. A. Parrot, Membre de l'Institut, Directeur Général du Musée du Louvre, d'avoir accepté d'être mon parrain au C.N.R.S., ainsi que M. C.F.A. Schaeffer, Membre de l'Institut pour son enseignement.

Ma gratitude va encore à M. l'Abbé J. Starcky, Directeur de recherche au C.N.R.S., à M. H. Tintant, Professeur de Paléontologie à l'Université de Dijon et à M. l'Abbé J. Joly, Directeur des Antiquités Préhistoriques de la circonscription Archéologique de Bourgogne.

Mes remerciements vont à tous ceux qui m'ont enseignée ou conseillée dans les laboratoires de l'Institut Catholique : Mme J. Bolze, MM. L. Chauris, J. Blaise et C. Montenat.

Mme C. Jamond a effectué les analyses spectrographiques à Clermont-Ferrand. La microscopie électronique a été réalisée au Laboratoire de Géologie de Dijon. La fabrication des lames minces a été confiée à M. Arbousoff.

Je pense aussi aux archéologues, historiens, géologues et analystes, qui ont bien voulu me confier des échantillons de céramiques. D'une part, pour la France : MM. J. Le Gall, R. Joffroy, H. Vertet, J. Debal, J. Jully, M. Ventach, J. Maréchal, P. Horemans, Ratel, Melle A. Bouchard. D'autre part, pour le Proche-Orient, MM. M. Dunand, J. L. de Cenival, R. P. de Vaux, J. L. Huot, J. Perrot, G. Delcroix, P. de Miroschedji, M. Dothan, Melle E. Yievin, M. P. Bernard. Je les remercie tous, ainsi que mon frère J. C. Courtois, qui, également, m'a conseillée pour les problèmes archéologiques.

RESUME

La première partie de la thèse comprend un exposé systématique des techniques d'analyse, couramment employées en minéralogie et en pétrographie, adaptées ici à l'étude physico-chimique de la céramique ancienne.

Dans la seconde partie, ces méthodes sont appliquées à un thème archéologique donné : "La céramique de Chypre à l'âge du bronze récent".

ABSTRACT

The first part of the thesis gives a full account of the analysis techniques widely used in mineralogy and petrography, and which have been adapted here to the physico-chemical study of ancient pottery.

In the second part, the interdisciplinary methods are applied to the following archeological field : "the pottery of Cyprus during the recent Bronze Age".

ZUSAMMENFASSUNG

Der erste Teil der These umfasst die systematische Darstellung der analytischen Verfahren, die in der Mineralogie und Petrographie gewöhnlich gebraucht und hier zu der physikalisch - chemischen Behandlung der alten Topferkunst angewendet werden.

In dem zweiten Teil werden die geschilderten Verfahren für das folgende archäologische Thema benützt : "die Topferkunst in Zypern in der Spätbronzezeit".

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

I - Origine, constituant, définition	1
II - Les techniques employées en céramique	2
III - " Histoire des céramiques "	7
- Lexique	9

PREMIERE PARTIE - SYSTEMATIQUE

A - L'UTILISATION DES TECHNIQUES SCIENTIFIQUES POUR L'ETUDE DES CERAMIQUES ANCIENNES .

<u>Introduction</u> : Matériaux utilisés - Choix et provenance des échantillons ...	15
<u>Chapitre I</u> : Description macroscopique - La typologie	16
<u>Chapitre II</u> : Examens au microscope polarisant	19
<u>Chapitre III</u> : Examens au microscope électronique	41
<u>Chapitre IV</u> : Analyse thermique différentielle	51
<u>Chapitre V</u> : Examens par diffractions des R. X.	59
<u>Chapitre VI</u> : Analyse chimique des éléments majeurs et des traces	73
<u>Chapitre VII</u> : L'expérimentation	83

B - ESSAI DE SYNTHESE DES RESULTATS FOURNIS PAR LES TECHNIQUES SCIENTIFIQUES

I - La céramique et son cadre géologique	90
II - La céramique et son cadre technologique	93
III - La céramique et son histoire archéologique	100

DEUXIEME PARTIE - APPLICATION

ETUDE DES PRINCIPALES CLASSES DE LA CERAMIQUE CHYPRIOTE DU BRONZE RECENT

Chapitre I - Généralités sur l'île de Chypre .

A - La structure géologique	105
B - Les sites archéologiques	114
C - Etude archéologique sommaire de la céramique ancienne de Chypre	116
D - Le bronze récent à Chypre	118
- La classification de la céramique	118

Chapitre II - Les survivances .

I - Red polish II - III ware	123
II - La white painted, composite ware (bronze moyen de Kalopsidha)	126
III - Red on red ware	126
IV - Black puncturel ware	127

Chapitre III - Les types propres au " Bronze récent "

I - La céramique " monochrome "	129
II - La céramique " base ring "	130
III - La céramique " white slip "	134

Chapitre IV - Les céramiques présumées importées à Chypre .

I - La céramique bichrome	145
II - La céramique " red lustrous "	147
III - La céramique " geenne "	149
A - crétomycénienne	150
B - mycénienne	150

Chapitre V - La céramique de la deuxième phase du bronze récent.

I - La céramique mycénienne III C 1	161
II - La céramique mycénienne III C 2	163
III - La céramique Late III décorated	164
IV - Les " bucchero wares "	164
V - La céramique " plain white-wheel-made II "	164

Chapitre VI - Synthèse des résultats obtenus

I - Les céramiques chypriotes et leurs provenances probables.	167
II - Définitions et lexique des principales classes céramiques .	172
III - Tableau schématique	174

CONCLUSION GENERALE	181
---------------------------	-----

DIFFERENTES FORMES DE POTERIES	183
--------------------------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE	I - II - III - IV - V - VI - VII - VIII
------------------------------	---

INDEX ARCHEOLOGIQUE .	
-----------------------	--

INTRODUCTION GENERALE

I - ORIGINES DE LA CERAMIQUE

Au cours d'une phase ancienne de l'âge Néolithique, les hommes ont commencé à utiliser systématiquement les qualités techniques de l'argile pour fabriquer des récipients. Suivant les connaissances archéologiques actuelles, l'invention d'une céramique bien élaborée daterait de la fin du VII^{ème} millénaire avant J.C. et se situerait en Syrie, Palestine et Kurdistan (Deshayes, 1969).

- Les constituants de la céramique

Le matériau choisi et utilisé par les Anciens (matériel souvent nommé argile) n'est presque jamais une argile pure mono-minérale, mais une roche argileuse complexe qui, pour pouvoir être utilisée, doit être plastique, c'est-à-dire prendre et garder, en séchant, la forme qu'on lui a donnée, puis acquérir, par le chauffage, une cohésion suffisante pour que les récipients ainsi réalisés conservent les qualités fonctionnelles requises.

La roche argileuse plastique est, le plus souvent, constituée en proportions variables d'une portion argileuse* monominérale, ou pluri-minérale ou interstratifiée, et de portions détritiques*, carbonatées et solubles (Caillières, 1963 - Millot, 1964).

Chaque minéral argileux* "sensu stricto" ou phyllosilicate hydraté, se caractérise par l'écart réticulaire de sa structure minéralogique, son degré de cristallinité (Douillet, Nicolas, 1963), son habitus (sa morphologie), sa composition chimique, et ses propriétés thermiques.

La nature du minéral argileux, résultant de l'altération météorique ou hydrothermale des roches endogènes, ou des roches contenant des éléments détritiques, est déterminée par les conditions de formation, de transport, de dépôt et de conservation, au cours des cycles géochimique, sédimentaire, paramétamorphique (Millot 1963), comprenant des phases de formation par héritage* ou néogénèse*, de dégradation*, de diagenèse* et d'aggradation*.

- Définition de la céramique

Les Anciens n'ont pas utilisé seulement les roches argileuses. Ils ont connu très tôt (VI^{ème} millénaire avant J.C.) la possibilité de façonner des récipients en utilisant la réaction pouzzolanique de certains matériaux naturels ou artificiels avec la chaux (Tell Ramad, VI^{ème} millénaire, Fouille, H. de Contenson : Balfet, 1969).

Puis, dès le II^{ème} millénaire, les artisans du Nord de la Mésopotamie ont fabriqué des vases et objets divers en faïence à pâte siliceuse (dite "frittée") et glaçure silico-alcaline. Cette technique a été ensuite pratiquée en Iran et en Egypte.

Nous limiterons l'étude présente aux seuls récipients réalisés à partir d'un matériau ou terre plastique dont la cohésion, avant et après chauffage, est assurée par la portion argileuse ou riche en allophanes*, d'abord crue, puis "frittée" ou semi-vitrifiée (Viallette). Dans la terminologie industrielle, ces terres plastiques sont dites pâtes soit "argilo-siliceuses" soit "argilo-calcaires" (types 4 et 5 de Munier, 1957), elles ne sont pas réfractaires (Jouenne, 1960).

* Voir le lexique page 9.

II - LES TECHNIQUES EMPLOYEES EN CERAMIQUE

Avant de décrire les méthodes d'analyse applicables à la céramique ancienne, essayons de résumer l'ensemble des processus qui conduisent, du matériau primitif (la roche argileuse), au tessou de céramique ancienne tel qu'il existe maintenant dans les collections.

De nombreuses publications spécialisées traitent des techniques primitives anciennes, oubliées ou encore pratiquées dans les civilisations traditionnelles. Aussi, cet exposé, qui relève surtout de l'Ethnographie comparée et de l'Archéologie, sera-t-il bref.

1 - FABRICATION DE LA CERAMIQUE

a) Le débitage

Le débitage de la roche argileuse n'est nécessaire que dans le cas d'utilisation d'une formation compacte (Sergeev, 1971). Certaines roches contenant une portion d'argile gonflante* (ou smectite) se dissocient naturellement en absorbant l'eau, tandis que les argilites très aggradées (du type : shales) qui se présentent sous forme de roches schisteuses, à débit en plaquettes, doivent être broyées. Les shales pyriteuses nécessitent un "pourrissage", c'est-à-dire la dissociation de la pyrite avec formation, dans la plupart des cas, de limonite et de sulfate de calcium ($\text{SO}_4 \text{ Ca} - 2 \text{ H}_2\text{O}$) : cette opération se réalise rapidement en climat tempéré par l'hivernage ou la gélivation (Bodin, 1956).

Les terres plastiques provenant principalement de l'utilisation de l'horizon d'accumulation des sols n'ont pas à subir de débitage mais seulement une humidification et un malaxage homogénéisant.

Le plus souvent, les terres plastiques des sols sont utilisées presque brutes et ont un aspect "grumeleux" dû à l'absence de dispersion des "grumeaux argileux", lorsque la portion argileuse est non gonflante. Ce défaut d'homogénéisation a pu être recherché par les premiers potiers. En effet, dans ces terres, les grumeaux non humidifiés ont peut-être un rôle semi-dégraissant.

b) Malaxage

Avant le malaxage, lorsque la terre plastique comprend trop de gros graviers, il faut les éliminer, soit au cours d'un émiettement à la main, soit par sédimentation dans des cuves à décanter.

Certains traitements sont plus sélectifs : ainsi la flottation lente par coulée dans une rigole, qui peut avoir plus de dix mètres de long, permet de débarrasser la roche argileuse du sable fin ; de même la décantation, après dispersion et même défloculation chimique partielle, dans des bacs successifs en escalier, aboutit à une bonne séparation de la portion argileuse fine (terra sigillata).

A l'opposé, certaines roches argileuses, principalement du groupe de l'argilite, très plastiques et collantes, constituées principalement d'argile de granulométrie inférieure à 2μ , sont dites "trop grasses". Elles doivent donc être dégraissées par l'adjonction de particules naturelles non plastiques (sables, limons, marnes, trop pauvres en argile pour être plastiques) ou artificielles (terre cuite broyée dite "chamotte", scories, etc...). Dans certains cas, les sables sont "prétraités" au feu, "étonnés", afin de les débarrasser des éléments instables à la chaleur (carbonates principalement).

ou de les fragmenter (quartz). Dans les régions dépourvues de terre plastique ayant à elle seule une cohésion suffisante, les anciens potiers ajoutaient aux limons dont ils disposaient, un liant en crû, tel que l'herbe sèche, la paille ou la filasse, etc. . .

c) Façonnage

La terre plastique, ainsi prête à l'usage, possède une plasticité qui dépend principalement - en plus du degré d'humidification - de l'importance et de la nature de la portion argileuse, de la quantité et de la granulométrie des éléments dégraissants non-plastiques.

Cette terre peut être façonnée par le potier, soit à la main, soit à l'aide d'un tour de potier (Franken, 1969).

Lorsque la céramique est montée à la main, les parois sont réalisées à l'aide de colombins, ou boudins d'argile roulés entre les mains, que l'on superpose. On lisse ensuite verticalement afin de dissimuler complètement les raccords. Suivant les dimensions, la céramique est réalisée en une seule fois ou, au contraire, les colombins sont posés au rythme d'un par jour (grands pithoi de Crète, Hampe 1962).

En d'autres régions, les grandes céramiques, baquets, bassins, etc. . . ont été réalisés en pressant sur la masse pour en élever les bords. Le potier, dans ce cas, se déplace en glissant, pieds nus, dans la glaise humide, autour de la céramique immobile (Potier d'Ibn-Hani, Syrie). Mentionnons aussi les fabrications de cruches, aux parois minces, dans une terre de faible cohésion, dont la panse est soutenue au cours du façonnage par un enveloppement de filasse (Chypre, Troodos).

Le tournage de la céramique à la tournette primitive ou à l'aide d'un tour rapide, dont les premiers essais connus ont été tentés à Uruk (Deshayes, 1969) remontent au IV^{ème} millénaire. Il est encore utilisé de nos jours bien que supplanté par la technique du moulage - qui était déjà connue par les Anciens.

d) Séchage

Le séchage doit être aussi lent que possible et se faire à l'abri du soleil. Malgré les précautions prises, les réactions des terres plastiques au séchage sont très variables : les terres très riches en argiles gonglantes (ou smectites) subissent un retrait linéaire pouvant atteindre 45 %. Certaines céramiques, à cause des tensions internes dues au séchage, subissent de fortes déformations allant jusqu'à la fêlure dans les régions les plus épaisses de la paroi.

e) Traitement de surface des céramiques

Suivant le mode de façonnage, la céramique est lissée très irrégulièrement par le contact de la main mouillée, ou bien finement striée au cours de la rotation du tour; elle est le plus souvent lissée une dernière fois avec les mains mouillées. Lorsque la terre plastique contient une portion d'argile très fine et très peu cristallisée, cette opération amène en surface un "lait d'argile" ayant l'aspect d'un engobe ajouté sur la paroi de la céramique. Ce phénomène a reçu le nom de "ressuage" (Self slip).

Certaines céramiques anciennes, à surface rugueuse, ont été faites en tapotant la paroi avec une main empâtée, ou en y incrustant du sable.

Divers traitements localisés de la surface, sur la pâte molle ou sèche, donnent des décors impressionnés, poinçonnés, incrustés, raclés, peignés, champlevés, etc. . .

Les traitements, qui n'apportent aucune modification à la "structure" de la pâte, sortent du domaine de cette étude. Au contraire, il convient de décrire deux techniques des Anciens Potiers qui agissent sur les constituants de la céramique : ce sont le martelage et le lustrage.

Le martelage, à l'aide d'un marteau et d'une "forme", de la paroi de la céramique, donne à celle-ci une compacité plus forte, une cohésion et une densité plus élevées. Il semble, de plus, que le martelage permette de remettre partiellement en oeuvre et ainsi d'affiner une céramique encore humide à l'état de "pâte ferme" (suivant la définition de Bodin, 1956, p. 46).

Le lustrage, polissage ou brunissage, affectent la partie superficielle de la céramique. Le traitement peut être réalisé sur une céramique encore humide et molle ou sur une céramique séchée après une légère réhumidification (cette opération est profitable pour les terres à portion argileuse non gonflante).

Le polissage peut être réalisé à l'aide d'un instrument doux et souple (peau, tissu de laine d'agneau, dont les traces de poils restent visibles) ou produit par le frottement d'un instrument dur et lisse (tige de roseau, galet), complété par un polissage doux à l'aide d'une peau ou d'un tissu laineux. Certaines céramiques doivent leur brillance à un enrichissement en graphite* : cette opération peut être facilitée par l'imprégnation d'un produit gras ou par l'adjonction de cire.

Le martelage et le lustrage ont pour but principal de réduire la porosité et la perméabilité de la céramique primitive (Balfet, 1966).

f) Les engobes et les peintures

De nombreuses céramiques, avant lustrage ou polissage, sont enduites en totalité de produits alors nommés engobes, ou décorées partiellement, grâce à ces mêmes produits qui prennent alors le nom de peinture, ou de verniss suivant les auteurs.

Les engobes ou peintures couramment utilisées sont de plusieurs types :

1. Les "laits de barbotine" sont la portion la plus fine d'une décantation de la terre plastique ou d'un des constituants entrant dans sa composition. Le produit décanté peut avoir subi préalablement une dispersion accompagnée d'une défloculation partielle et d'une dégradation résultant d'une attaque acido-basique de la portion argileuse par l'adjonction d'un produit organique tel que l'urine (A. Blanc, 1963) .

2. Les produits d'engobe et de peinture peuvent être tirés de matériaux étrangers aux constituants de la pâte de la céramique.

Les produits foncés sont des "ocres" et "terres d'ombre" tandis que les colorants clairs, non calcaires, sont tirés d'argiles marneuses ou de terres blanches réfractaires (Kaolin, "terre de pipe", etc...).

Aux produits d'engobes clairs ou foncés, les Anciens ont ajouté quelquefois un fondant (lessive de cendre), et quelquefois un mouillant (émulsionnant) facilitant la régularité dans l'étalement du décor peint (fiel) (Jouenne, 1960).

g) La cuisson⁽¹⁾

La céramique sèche est cuite, c'est-à-dire chauffée suffisamment pour que, d'une part, la portion argileuse, frittée, perde définitivement ses qualités plastiques dans l'eau et que d'autre part, le récipient fabriqué ait une solidité suffisante ; suivant la composition de la terre plastique, cette température se situe entre 550° et 1 100° (Bodin, 1956 ; Caillère, 1963).

(1) { Lapadu-Hargues P., Vialette Y., 1957.
Bouchard A., 1971 - Matson, 1965.

Le combustible, qui joue un rôle important dans la réalisation du produit céramique, peut être interne ou externe.

Le combustible interne est mêlé à la terre plastique : il peut s'y trouver naturellement de l'humus et des déchets végétaux ; ou bien il y est ajouté intentionnellement, par exemple : de la paille hachée, de la graisse, du pétrole, du charbon, etc..

Le combustible externe, dans ce type de cuisson primitive, ne sert que d'amorce au combustible interne, lorsqu'il est utilisé seul, le combustible externe, suivant sa valeur calorifique (bouse, branchages verts, bois résineux sec ou charbon) et la disposition du lieu de cuisson, (trou, enclos, four à sole), donnera des produits de natures très différentes.

Les facteurs principaux dont dépend la qualité de la cuisson sont : l'atmosphère et ses fluctuations au cours de l'échauffement et du refroidissement, la température maximale et sa durée.

Les auteurs d'études technologiques distinguent théoriquement (Bodin, 1956) l'atmosphère, oxydante en présence d'air, neutre en présence de CO_2 , réductrice en présence de CO ou d'eau (H_2O), ou encore enfumante lorsque le combustible vaporise des goudrons.

En réalité, les cuissons de céramiques anciennes sont complexes. Les variations d'atmosphère et les effets colorés qui en résultent, ont été utilisés intentionnellement pour certaines productions antiques ("Noir Attique").

La température maximale et la durée de cuisson déterminent en partie les qualités mécaniques de la céramique. Il faut distinguer, suivant la température maximale atteinte, deux types principaux qui sont :

1. La cuisson à basse température qui ne provoque pas la dissociation des carbonates. Elle est souvent insuffisante pour provoquer la calcination des "hydrocarbures".

2. La cuisson à température élevée qui dissocie les carbonates et provoque la calcination totale des éléments hydrocarbonés en atmosphère oxygénée.

Ensuite, le refroidissement du foyer ou du four est naturel ou provoqué (à l'eau, aux branchages verts), la céramique, à sa sortie du four est, le plus souvent, prête à l'usage. Toutefois, il convient de noter que certaines céramiques (Elbourz oriental) sont très probablement des "biscuits" c'est-à-dire que la céramique, après une cuisson à température élevée, a subi un engobage gras avec une argile lustrée, cuite légèrement à basse température, afin d'en respecter l'aspect luisant.

2 - LES ACCIDENTS DE CUISSON

Divers accidents peuvent affecter le produit cuit, ce sont :

a) Le manque de cohésion, par insuffisance de chauffage d'une terre semi-réfractaire, ou au contraire, par excès de chauffage d'une terre plastique trop calcaire, provoquant le délitage total, à l'état de chaux vive.

b) L'éclatement superficiel localisé, par la "soufflure" interne due aux graviers calcaires.

c) La fusion des céramiques qui ne sont jamais de vrais produits réfractaires. La fusion peut survenir à température normale lorsque les pâtes "se ferment" en surface, créant à l'intérieur des réactions pneumatolytiques (produit séchant mal, terres riches en chlorures ?) et donnant une céramique boursoufflée dite "brûlée" (Bodin, 1956, p. 118).

d) Enfin, la fusion pâteuse due à un excès de chauffage général, donne un produit céramique déformé plus ou moins scoriacé (nommé "mouton"), verdâtre pour les terres calcaires, noir-violacé avec les terres non carbonatées.

3 - PROPRIETES DE LA CERAMIQUE

La céramique, au sortir du four, présente un certain nombre de propriétés physico-morphologiques qui la caractérisent et dont les causes sont complexes.

Ainsi, la dureté première, avant l'altération, et la cohésion "en cuit" d'une céramique résultent surtout de la nature et du degré de cristallinité, de l'importance de la portion argileuse d'une part et, d'autre part, de la température maximale, du temps de cuisson, compte tenu de l'atmosphère au cours du chauffage. En effet, l'atmosphère réductrice est plus fondante que l'atmosphère oxydante, c'est-à-dire qu'elle réalise, à plus basse température, un produit dit "grésé" (Métallique ware. Fuot, 1967, p. 552).

La porosité - et sa conséquence pour les céramiques non vernissées : la perméabilité - est liée principalement au degré d'humidification de la terre plastique, à son taux de compactage et à l'accord des phénomènes de dilatation-retrait du dégraissant et de la pâte au cours de l'échauffement et du refroidissement.

Les Anciens ont utilisé, pour réduire la perméabilité de leurs céramiques, plusieurs traitements dont voici les plus connus :

a) La réalisation de composés organo-smectitiques (céramiques dites enfumées) (Balfet, 1952, p. 272).

b) Le lustrage, dont la brillance après cuisson dépend, compte-tenu de la phase argileuse, de la température maximale atteinte ; elle suppose un frittage sans désorganisation.

c) L'engobage, avec un produit à phase argileuse mi-fusible et orienté par voie humide (Sigillé), ou avec un produit soit vitrifiable, soit au contraire, donnant une cristallisation régulière et résistante (Hercynite, suivant Marinelli).

4 - LA COULEUR DES CERAMIQUES

Les facteurs déterminant les couleurs d'une céramique ancienne sont nombreux ; citons les principaux :

- a) Les couleurs originelles des terres plastiques utilisées,
- b) Les caractéristiques de la cuisson,
- c) La nature physico-chimique et caractères granulométriques des constituants.

Seules, les cuissons anciennes à 1 050° environ, en atmosphère constamment oxydante, pendant un temps moyen (4 h), donnent aux terres non-réfractaires cuites, une couleur comparable à celle que l'on obtient aujourd'hui en four industriel : tantôt des céramiques pâles calcaires, tantôt des céramiques rouges non-calcaires.

Après la cuisson, la céramique peut être polie par usure, et décorée de peinture à la gomme (bleu d'Egypte) ou être imperméabilisée à la poix, à la résine fondue (Crête) ou cirée.

III - L'HISTOIRE DES CERAMIQUES

L'utilisation des récipients de céramique est des plus diverses : du stockage et transport de fluides ou de denrées solides, à la cuisson et à la consommation d'aliments.

Lorsqu'elle n'a pas de but rituel ou décoratif, la céramique d'usage courant est de peu de valeur. Cassée, elle est jetée dans un tas d'ordures, dans des fosses ou des puisards.

Chez les Anciens, elle était abandonnée dans les tombes avec son contenu d'offrandes, au cours des funérailles.

Ainsi, dès le début de son enfouissement, la céramique se trouve dans un milieu où les échanges chimiques, organiques et minéraux, sont d'autant plus intenses et complexes que l'on est en milieu urbain, d'habitat plus dense et techniquement plus évolué, avec présence de chaux, de plâtre, de scories métallurgiques, etc...

Au Proche-Orient, des cités successives se sont superposées, et quelquefois, pendant 5 millénaires, formant un Tell, ou Tepe (Colline artificielle), pouvant atteindre la hauteur de plus de 20 mètres, sur une surface de 2 000 m² et plus.

Longtemps après la disparition de ces antiques cités, et suivant les conditions de sa conservation (soit dans une strate d'accumulation, soit dans un horizon lessivé), le tesson de céramique, lors de son exhumation, apparaît bien conservé - c'est-à-dire inchangé ou durci par les imprégnations - ou, au contraire, pulvérulent sous les concrétions et allégé par l'altération.

Notons que les altérations naturelles sont de natures différentes, suivant les conditions physiques générales du site. En zone désertique, certaines céramiques, restées à la surface du sol, sont fortement rubéfiées (Lefranc J. P. - Sahara). En pays de mousson, la céramique est soumise à l'alternance des saisons. Dans les régions méditerranéennes, cette alternance est moins forte, mais il s'y ajoute, en saison chaude, les phénomènes de percolation journalière qui, suivant le terrain, ont donné des croûtes zonaires calcaires ou déterminé des remontées de sels en zone saumâtre.

Ces mêmes régions sont riches en "vertisols" (définition de G. Aubert - J. Boulaine, p. 51) : les céramiques qui y sont enfouies sont certainement soumises aux échanges géochimiques propres à ces formations.

En plus des conditions générales d'enfouissement d'un site déterminé, certains points précis ont leurs propres caractéristiques : ainsi, les fragments d'une même céramique, selon le lieu où ils ont été conservés, peuvent avoir des aspects différents suivants :

a) La strate :

- le fragment trouvé à 10 centimètres de profondeur sera pulvérulent et le décor peint à peu près totalement effacé.
- le fragment trouvé à 1 mètre apparaîtra bien conservé, avec un décor en peinture mat-noir bien lisible.

b) Les conditions physico-chimiques :

- le fragment trouvé dans une poche de cendres peut avoir gardé une surface brillante, tandis que le décor peint aura disparu, laissant une surface dépolie à son endroit.
- enfin, le fragment tombé dans la couche phréatique d'un puits peut avoir gardé un aspect de "produit neuf", ayant une belle peinture luisante.

En climat subarctique, la céramique, qui est soumise au gel et dégel annuels, est si fortement modifiée que, lorsqu'elle est dégagée de sa gangue terreuse et plongée dans l'eau, elle gonfle et se délite totalement (Tumulus de Pont-Chabestan, Htes Alpes - Courtois J. C. 1962).

D'autre part, dans les régions humides et froides, la céramique ancienne des niveaux de surface est soumise à une altération biochimique, acide et réductrice, due à la formation des humus résultant de la décomposition des déchets végétaux. Les céramiques enfouies en milieu marécageux acquièrent une coloration gris-brunâtre uniforme, ainsi qu'une consistance pulvérulente.

Ces quelques observations montrent que les céramiques anciennes, même si elles n'ont pas été enfouies en zone urbaine, se trouvent plus ou moins marquées par l'ambiance géochimique du site où elles ont été trouvées. Seules, les tombes pharaoniques d'Egypte, dans lesquelles on a retrouvé des fleurs séchées, ainsi que des étoffes fines déposées il y a plus de 3 000 ans, nous livrent des céramiques inchangées. Malheureusement, ces céramiques entières, souvent de haute qualité, sont des pièces de Musée sur lesquelles il est difficile de prélever un échantillon suffisant pour être représentatif.

Par ailleurs, il n'est pas utile d'expérimenter les techniques et les méthodes d'analyses sur des fragments archéologiquement rares. Dans la plupart des cas, chaque fois qu'un nouveau programme d'investigations est entamé, il est préférable de commencer les analyses avec des fragments de céramiques caractéristiques, mais pas trop "précieux". Ceux-là peuvent être analysés quand on a déjà une connaissance globale des problèmes que pose la série en cours d'étude.

ASPECT ET TYPOLOGIE

Ainsi, les matériaux choisis, les techniques utilisées, les formes et les décors réalisés par les Anciens, et aussi l'état de conservation, détermineront l'aspect actuel propre à chaque céramique ou tessons de céramique. L'étude de cet aspect permet la caractérisation de chaque type, puis la classification typologique de la céramique.

TRAITEMENTS SUBIS

Après son exhumation et avant son stockage, la céramique est le plus souvent lavée sur le chantier de fouilles archéologiques, dans une eau chargée de sels (Na, K, Cu) et de boues diverses, à laquelle on ajoute quelquefois un acide industriel (Cl H).

Les céramiques ayant une surface ornée pulvérulente sont recouvertes de fixatif, tandis que celles qui sont brisées et altérées sont quelquefois imprégnées de résine synthétique avant d'être reconstituée par collage.

Enfin, certaines céramiques de collections particulières anciennes ont été encaustiquées afin d'en aviver l'éclat.

Tous les traitements naturels ou artificiels - énumérés ci-dessus - que la terre plastique, puis la céramique ont pu subir, sont susceptibles de les avoir modifiées à des degrés divers. Il est donc indispensable de chercher à les reconstituer, de manière à éviter des erreurs qui résulteraient d'une fausse interprétation des données analytiques brutes.

LEXIQUE

Aggradation : Transformation d'une argile de faible cristallinité, c'est-à-dire peu organisée en une argile mieux cristallisée, par exemple : minéral interstratifié : illite/montmorillonite (gonflante) "aggradée" en illite stable par fixation des cations K et départ de l'eau intra-foliaire. L'aggradation peut résulter d'un pré-métamorphisme (ou de phénomènes pneumatolytiques terminaux-hydrothermaux ?).

Cuisson : A - Les minéraux argileux, parce que profondément hydratés, c'est-à-dire riches en eau de constitution, sont modifiés par la cuisson. Les structures sont partiellement désorganisées au cours du frittage par la déshydratation : on a alors une méta-argile ; puis, à plus haute température, une désorganisation totale à l'état vitreux suivie ou non de recristallisation.

B - Les minéraux détritiques, dits aussi dégraissants, qui sont généralement anhydres, sont soit laissés intacts par la chaleur (quartz-feldspaths, minéraux lourds, etc...), soit dissociés (calcite, dolomie, etc...).

Dégradation : Transformation d'une argile en une autre argile moins bien cristallisée, par exemple : illite dégradée en minéral interstratifié : illite/montmorillonite par départ des cations K de l'illite.

Héritage : Les minéraux phylliteux sont d'abord mobilisés par l'érosion, puis transportés, enfin déposés ; ils donnent alors un sédiment argileux qui conserve les traces, plus ou moins nettes, de son milieu d'origine.

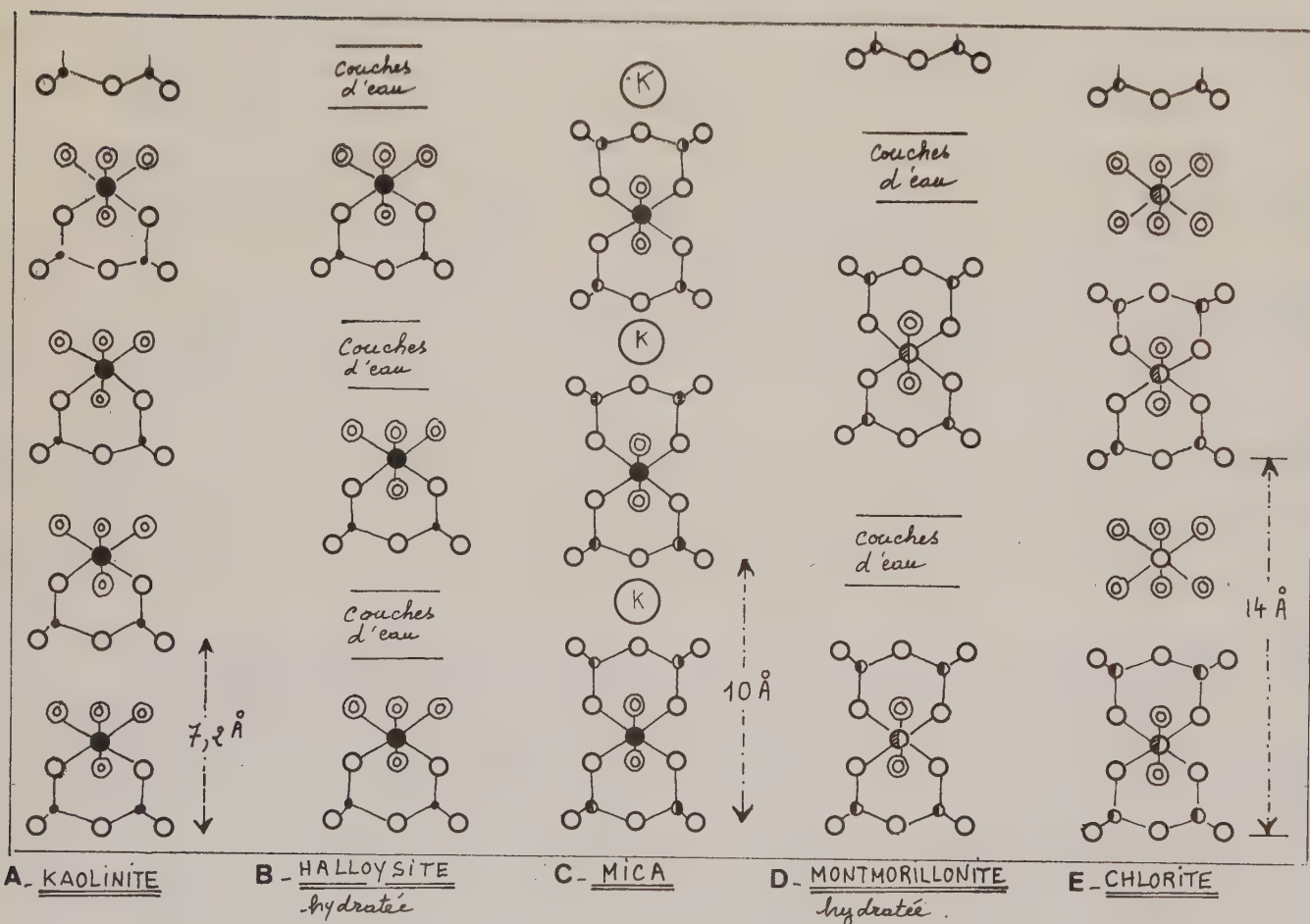
Néogénèse : Les minéraux phylliteux, dits de néogénèse ou de néoformation, résultent de l'organisation cristalline en phyllosilicates de produits amorphes, résultant eux-mêmes de l'altération de roches antérieures. L'addition de solutions alumineuses à des solutions siliceuses en milieu cationique peuvent ainsi donner de la montmorillonite.

La portion détritique : Elle est constituée de minéraux hétérogènes qui peuvent être des minéraux phylliteux de grande taille ($> 2\mu$) et surtout des minéraux en grain (quartz, calcite, minéraux lourds, etc...). Notons que ceux-ci, même à l'état de poudre, ne peuvent pas donner une pâte plastique (Caillères, 1963). La plasticité des terres argileuses diminue lorsque leur proportion augmente. Par contre, la présence de minéraux détritiques réduit le retrait au séchage par diminution de la teneur en eau de capillarité.

La portion argileuse : Elle est constituée de minéraux argileux, phylliteux, c'est-à-dire ayant une structure interne en fauillets hydratés et une morphologie externe en feuilles. Cette structure lamellaire confère aux minéraux phylliteux une grande surface par rapport à leur volume, elle permet de donner une pâte plastique dont le liant (le "lubrifiant") est l'eau de capillarité externe à la structure, située entre les cristaux lamellaires.

LES ARGILES

schémas de quelques structures de minéraux phylliteux.



○ Oxygène ⊙ (OH) • Silicium ⊙ Si-Al ● Aluminium ⊙ Al-Mg

D'après G. Millot 1964

CLASSIFICATION SOMMAIRE DES MINÉRAUX ARGILEUX

Phyllosilicates d'alumine (ou magnésiens) hydratés :

1 - Groupe de la kaolinite : Les minéraux de ce groupe se caractérisent par la périodicité de leur empilement à 7 Å .

Il comprend :

a) des minéraux stables (bien cristallisés) dont l'écart de 7 Å n'est pas affecté par l'eau de capillarité : kaolinite, dickite, etc... (fig. A).

b) un minéral dit gonflant, dont l'équidistance apparaît variable sous l'action de l'eau de capillarité, mais qui, après chauffage à 400° C retrouve l'écart réel de 7 Å : halloysite (fig. B).

2 - Le groupe des micas : Il comprend des minéraux à équidistance de 10 Å, stables sous l'action de l'eau de capillarité : illite, talc, etc... (fig. C).

3 - Le groupe de la montmorillonite : Il se caractérise par un écart de 10 Å, et comprend des minéraux gonflants dont l'équidistance apparente est variable : montmorillonite, vermiculite, etc... (fig. D).

4 - Le groupe des chlorites vraies : Il se caractérise par un écart stable à 14 Å (fig. E).

Il faut aussi mentionner les argiles interstratifiées, c'est-à-dire constituées par la stratification de feuillets différents, par exemple : illite/montmorillonite.

- les argiles magnésiennes à faciès plus ou moins fibreux : sépiolite, attapulgit.

- les allophanes : gel de silicate d'alumine hydraté qui résulte de l'altération de minéraux contenant Si et Al, ou de précipitation chimique directe.

PREMIERE PARTIE

SYSTEMATIQUE

A - L'UTILISATION DES TECHNIQUES SCIENTIFIQUES

INTRODUCTION : LES MATERIAUX UTILISES :

1 - CHOIX DES ECHANTILLONS :

Afin d'obtenir, pour la première partie de cette étude une connaissance aussi générale que possible de la céramique ancienne, l'application des techniques d'analyse pétrographique a porté sur des céramiques très diverses .

Les échantillons viennent de régions géologiquement différentes, soumises à des climats variés (tempérés humides, méditerranéen, semi-arides) .

Ces céramiques proviennent de civilisations à niveau culturel très divers du Néolithique ancien, jusqu'à l'époque romaine . Elles sont le produit de l'activité domestique aussi bien que d'un artisanat spécialisé de technicité évoluée, connaissant une organisation industrielle .

Les résultats obtenus, sans être complets, permettent cependant de se faire une idée exacte des réponses qu'une étude scientifiquement conduite permet d'apporter aux innombrables problèmes que pose la céramique ancienne .

2 - LISTE DES PROVENANCES :

Sites archéologiques de France :

- Alise Sainte-Reine ; Barbirey-sur-Ouche ; Charigny ; Grésigny ; Vix ; Lusigny ; Nuits Saint-Georges ; Oigny ; Sougère ; Trouhaut ; Mont-Beuvray .

- Chabestan ;
- Bessan ;
- Capdenac .

Régions de Méditerranée Orientale :

- Attique ; Eubée ; région de Volos (Thessalie) ; Argolide ; îles de Thasos , Naxos, etc . (Grèce) .

- Crète .
- Troie, Lydie, Carie, Lycie, Pamphylie (Turquie) ;
- Cos et Chypre .
- Provinces d'Antioche (Hatay) et de Lattaquié .
- Syrie-Palestine .

Proche et Moyen Orient :

- IRAN : régions de Gorgan et Damghan ; Buse .
- AFGHANISTAN : Jan ; Af Khanoum .

CHAPITRE I

TYPOLOGIE ET DESCRIPTION MACROSCOPIQUE

L'examen macroscopique (Et. loupe binoculaire - microphotographie J. Cabotse, 1968) de la céramique ancienne a pour but de permettre l'établissement d'un classement typologique aussi précis et objectif que possible (Deshayes 1970, Gardin 1970) . C'est le point de départ indispensable de toute investigation scientifique.

Généralités sur le classement typologique :

L'étude typologique de la céramique constitue, à elle seule, une branche de l'archéologie, au même titre que l'épigraphie .

Assez négligée au début des recherches archéologiques, la céramique est, maintenant, le vestige dominant, " omniprésent " , pour l'établissement des chronologies relatives dans l'examen stratigraphique d'un site postérieur au Néolithique, évidemment .

On peut dire que la typologie céramique a ses " fossiles directeurs " , caractérisant les étages chronologiques ou indiquant des filiations culturelles, et ses " fossiles de faciès " permettant de connaître l'usage d'un local (grenier, cuisine, etc. . .

L'établissement de la typologie céramique, au début des recherches, reposait principalement sur l'étude des types les plus remarquables, soit par leur qualité matérielle, soit à cause de leurs décors ; le reste constituait le rebus non étudié, et dont la proportionnalité n'était pas non plus établie, en sorte que certaines études archéologiques ont retenu essentiellement les types remarquables, ceux-ci étant souvent complètement étrangers aux productions locales et ne représentant qu'une très faible proportion (0,1 à 5 %) des céramiques exhumées (Benson, 1970). Actuellement, l'étude de la céramique ancienne d'un site en concerne la totalité. La masse d'informations est alors considérable et il est souvent bien difficile de séparer, dans les multiples éléments de la description, les caractères accidentels (altération, oxydation, réduction) , des caractères fondamentaux qui permettent une définition exacte des caractères généraux ! Ceux-ci ne peuvent résulter que d'une connaissance globale de la céramique comprenant les caractères typologiques et la nature des constituants .

ETUDE TYPOLOGIQUE

L'étude typologique comprend :

- 1) L'étude morphoscopique ;
- 2) L'étude de la finition des surfaces ;
- 3) L'étude des pâtes.

I - ETUDE MORPHOSCOPIQUE :

L'examen typologique repose d'abord sur la morphologie de la forme générale de la céramique qui peut être arrondie (formes anciennes copiées sur les végétaux) ou carénées (copie des formes métalliques), ainsi que sur des mensurations exactes ; certaines séries sont calibrées (vases fermés pour le transport ou la vente des liquides), d'autres non .

Viennent ensuite les éléments constitutifs de la céramique : l'anse peut être horizontale, tubulaire ou verticale à section circulaire , etc ... ; de même, la céramique est à fond rond (marmite), pointue ou à base plate ou annulaire , etc ...

Depuis plusieurs années, les données de la description morphoscopique ont fait l'objet de classifications systématiques, suivant les méthodes de l'Informatique (Gardin 1970) .

II - ETUDE DE LA FINITION DES SURFACES :

Des céramiques de même forme et de même dimension peuvent être constituées de terres d'aspect différent. Ce qui les distingue généralement, c'est la façon dont la surface a été traitée. Ainsi, des terres cuites, d'aspect semblable, peuvent avoir reçu des finitions de surfaces différentes : soit un lustrage par frottement, soit adjonction d'un engobe ou d'une peinture mate ou brillante .

Enfin, des céramiques matériellement similaires (pâte et surfaçage) se distinguent par la seule qualité du dessin des motifs de leur décor peint ou gravé. Celui-ci, en effet, est soit le produit d'un art de groupe, appartenant à un vieux fond local traditionnel, ou reflétant des influences étrangères, soit l'oeuvre d'un artiste déterminé (Attique) ou d'une Ecole .

III - ETUDE DES PATES :

Après une période de descriptions résultant de l'observation directe empirique, les recherches ont porté, depuis plusieurs années, d'une part sur une systématisation dans la notion des couleurs (utilisation des codes pédologiques - Cailleux et Taylor , Munsell 1954) et de la texture (Shepard, 1956 - Balfet, 1966 - Matson , 1955) des pâtes et, d'autre part, sur une définition quantitative des qualités physiques de la céramique ancienne, que sont :

1°) La dureté : elle est difficile à apprécier si l'on tient compte de la constitution hétérogène de la plupart des céramiques .

La méthode couramment utilisée est la comparaison avec les minéraux étalons de dureté 1 à 10 de l'échelle de "Moh's" (Blanc, 1964) .

Il faut noter aussi les techniques modernes de mesure de microdureté (microduremètre de Leitz, par exemple) .

2°) La cohésion qui se mesure en fonction de la résistance à la flexion (Bodin, 1956 - page 197) .

3°) La porosité qui est le rapport entre les vides et les pleins de la céramique ; celle-ci détermine, en partie, la densité apparente.

Dans la porosité, il convient de distinguer la porosité totale, la porosité ouverte (vacuoles ouvertes vers l'extérieur) et la porosité fermée (vacuoles fermées) .

Suivant les normes AFNOR B 49 - 104 :

Le pourcentage de la porosité totale = $(1 - \frac{\alpha}{\rho}) = 100$
= densité apparente, c'est-à-dire pleins et vides totaux (Cintas, 1950)
= densité absolue, densité du matériau constitutif seul .

Exemples de densité apparente de la céramique ancienne :

1) Céramique mycénienne III C² de Chypre : 1,550 .

2) Amphore du Latium trouvée à Oigny (Côte d'Or) : 1,89.

4°) La perméabilité : qui est la possibilité qu'a un corps céramique de se laisser traverser par les fluides .

Les mesures sont effectuées après exposition en milieu saturé d'humidité (Normes AFNOR, page 220 - Balfet , 1966 B.S. P. F. tome LXIII - fasc.2, page 308) .

5°) Le taux de dilatation : qui est caractéristique des céramiques qui subissent, en plus des phénomènes de dilatation - retrait lié au changement de température, une dilatation ou un retrait causé par l'humidification (voir normes AFNOR - Bodin 1956, page 205).

CONCLUSION : La typologie, avec toutes les hypothèses de filiation culturelle et toutes les implications historiques qui en découlent, aboutit à un système de classification qui nous a servi de point de départ .

La classification typologique peut et doit être complétée par une étude scientifique permettant d'établir une nomenclature plus précise . L'utilisation des méthodes géologiques et minéralogiques présentées ci-après, donne une idée des compléments d'information que l'on peut en attendre .

CHAPITRE II

MICROSCOPIE OPTIQUE

But : L'observation des caractères optiques des cristaux : leurs formes et leur nature .

L'appareil utilisé est un microscope optique polarisant, construit pour l'étude pétrographique .

Les roches sont préparées en lame mince de 0,03 mm. A cette épaisseur, la plupart des minéraux sont transparents et peuvent être examinés en lumière transmise.

Le microscope polarisant apporte, en plus du grossissement (de 10 à 600) , la possibilité d'étudier les interférences entre les faisceaux lumineux transmis par les cristaux et, par conséquent, de différencier et d'identifier ceux-ci .

Pour cela, le microscope est muni de 2 filtres perpendiculaires : l'un dit " polariseur ", est situé entre la source lumineuse et la préparation ; le second, dit " analyseur ", est situé entre l'objectif et l'oculaire .

Lorsque l'échantillon est examiné avec le " polariseur " seul, l'examen est dit "en lumière naturelle " ; il a pour but l'étude de la morphologie, de l'indice de réfraction, de la couleur, variable ou non (pléochroïsme) des minéraux .

Lorsque l'examen est réalisé entre le " polariseur " et " l'analyseur " croisés, il est dit "en lumière polarisée " . Il permet de déterminer la biréfringence des lames cristallines .

Lorsque le faisceau lumineux est rendu convergent par un condenseur, cet examen est dit "en lumière convergente " . Il permet d'apprécier les orientations optiques des cristaux .

A l'étude plane de la lame mince sur platine rotative, on peut ajouter l'étude dans l'espace des cristaux, grâce à la platine théodolite .

TECHNIQUE

L'étude microscopique nécessite la préparation d'une lame de céramique, durcie par imbibition de baume de Canada cuit (ou d'arkanson) et usée jusqu'à une épaisseur de 25 à 35 millièmes de millimètre. Celle-ci est collée entre une lame de support et une lame couvre-objet. Cette lame mince, examinée à l'aide d'un microscope polarisant, permet d'étudier les caractéristiques optiques des constituants de la céramique, en lumière transmise polarisée analysée ou non (Bordet P. , 1968 - Roubault M. , 1963) .

RESULTATS

Nous distinguerons, dans la céramique, deux éléments différents :

A. - La " pâte " qui est à rapprocher, le plus souvent, de ce que les pédologues nomment " fond plessique " ; elle comprend les éléments fins (moins de 20 μ) phylliteux et détritiques, qui constituent les matériaux plastiques appelés couramment " argile " par les potiers.

B. - Les "éléments figurés " qui regroupent tous les constituants ne participant pas aux qualités plastiques de la terre et qui peuvent être, soit incorporés naturellement à la formation argileuse, soit ajoutés intentionnellement par l'homme comme dégraissant, " liant en crû ", etc ...

A - DESCRIPTION DE LA PATE :

1) Examen en lumière naturelle

La couleur :

En lumière transmise, la couleur des céramiques diffère peu de la couleur observée en lumière réfléchie au cours de l'examen macroscopique .

La répartition des couleurs présente les phénomènes déjà étudiés, de bichromie liée à l'épaisseur ou de polychromie en zone ou en plages.

Toutefois, il faut distinguer deux éléments dans la coloration :

- 1) la coloration continue de la pâte ;
- 2) la pigmentation due à une dispersion de grains ou de très fins minéraux opaques ou semi-transparents .

Ces deux éléments sont fréquemment associés .

De plus, certaines céramiques violacées en vision macroscopique, présentent à l'examen microscopique une pâte à bichromie très marquée, faite de ponctuations, ou granulations à contours flous gris-jaune, sur un fond rougeâtre assez continu .

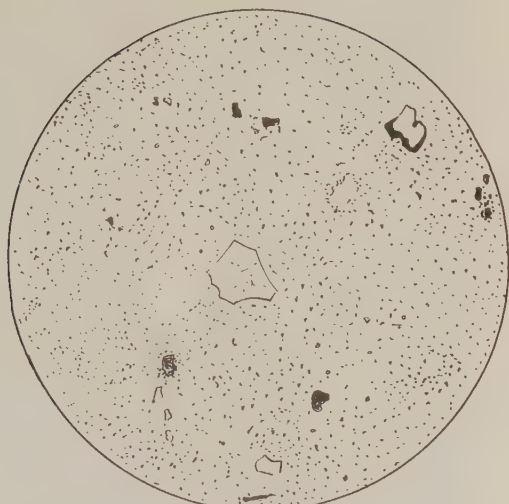
Photo III .

Texture de la pâte :

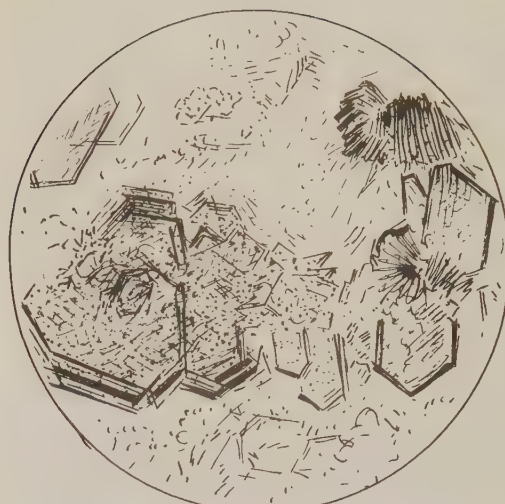
La texture de la pâte des céramiques résulte de figurations dues aux différences d'indices des minéraux, aux superpositions opacifiantes plus ou moins denses de cristallites et de produits de fusions vitrifiés . Les tendances les plus caractéristiques sont les suivantes :

a) Pâtes à mixture homogène qui présentent un aspect de verre à surface chagrinée, riche en bulles ou inclusions gazeuses . Photo I.

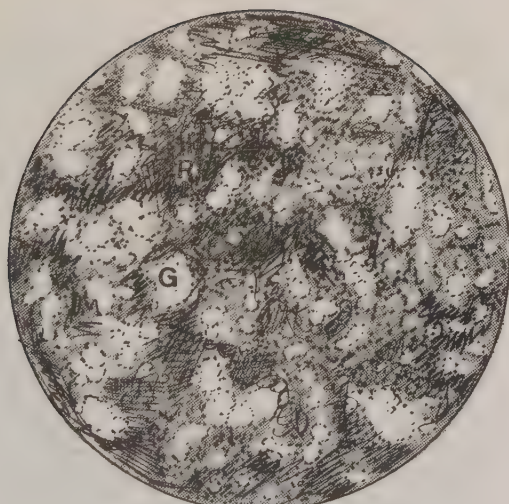
b) Pâtes à texture floconneuse ou nébuleuse suivant les dimensions des agrégats semi-opaques, sans contours nets. (Photo III, p. 18').



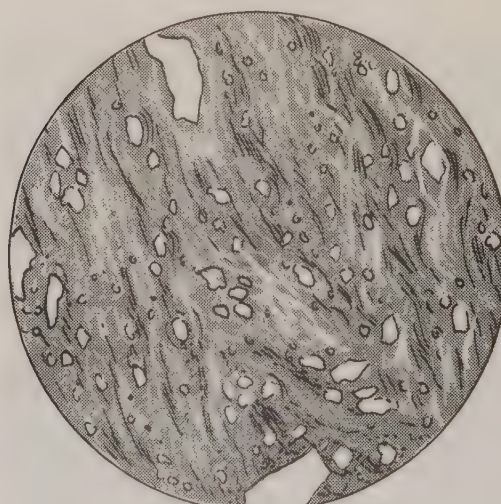
I - Pâte homogène, limpide. L.N.
LM VE . 62 . 1



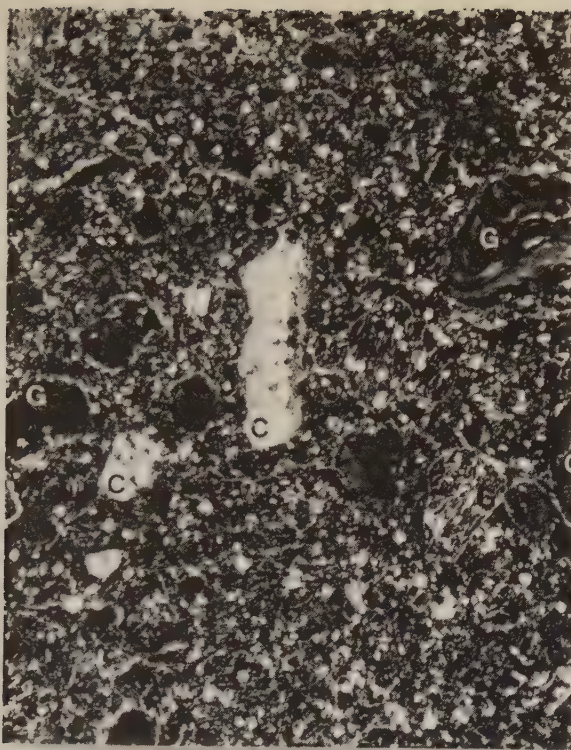
II - Phyllites idiomorphes d'engobe
W.S. W.III ; L.N. LM 68-47.



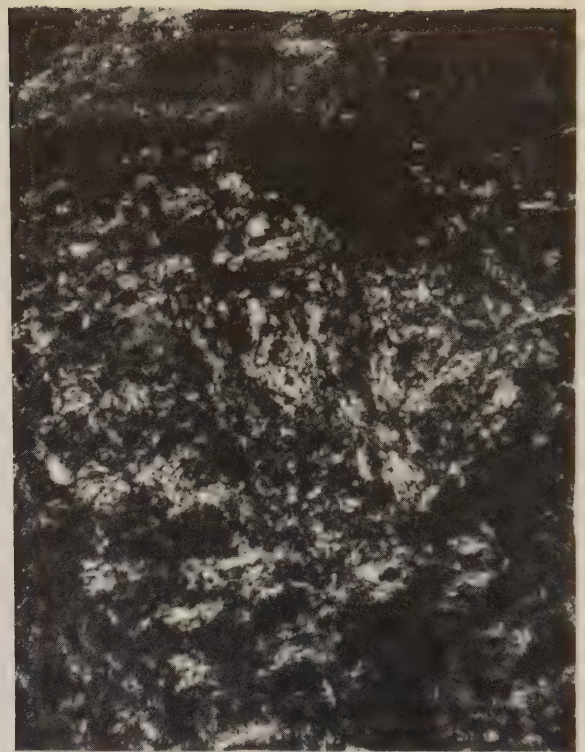
III - Pâte floconneuse, peu limpide,
légèrement bichrome gris-jaune
(G) et rougeâtre (R) - L.N.
LM 69 - 252.



IV - Pâte à texture fluidale. L.N.
(isotrope en lumière polarisée)
LM L.3



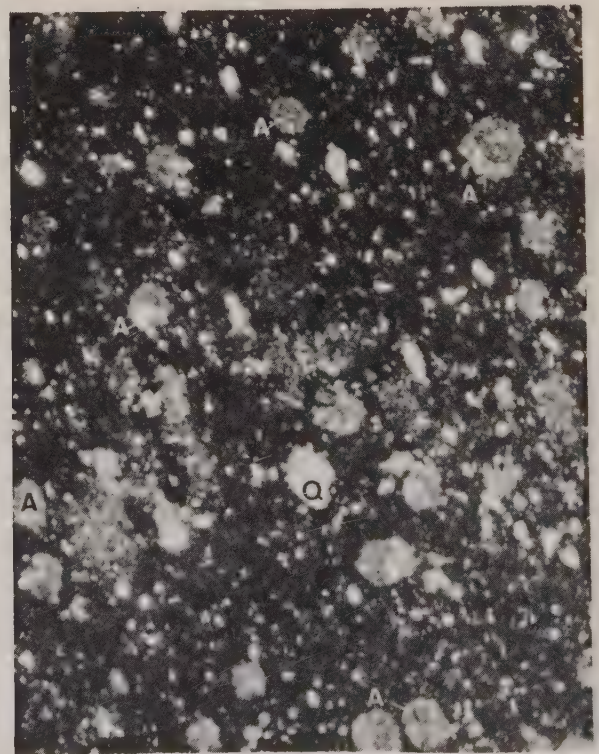
V - Pâte à texture grumeleuse.
Les grumeaux (G) sont de
dimensions variées. Les gra-
nulations blanches sont faites
calcite (C) L.N. LM. G. 14



VI - Grumeau d'argile gonflante
pédologique, à structure
maillée, L.P. LM. L. 10



VIII - Pâte isotrope peu limpide
à auréole de cristallites
(A) L.P. LM 64-5



VII - Pâte phylliteuse riche en
micas détritiques. Structure
pseudo-lépidoblastique L.P.
LM 70-13

c) Pâtes à texture "pseudo-lépidoblastique" où l'ordonnance litée des minéraux en feuillets ou en aiguilles donne à la céramique un aspect microscopique de schiste. (Photo VII.).

d) Pâtes à texture fluidale dans laquelle les agrégats rubanés ondulent entre les grains non plastiques de la céramique. Cette texture peut, en lumière polarisée, être isotrope quand les phyllites sont détruites, ou présenter la structure "maillée" des vertisols des études pédologiques. (Photos IV et VI.).

e) Pâtes à texture grumeleuse (microlenticulaire), marquée par le contraste entre les plages denses de phyllites orientés et le fond diffus peu ou pas orienté. Ces deux phases de la pâte sont le plus souvent séparées par une fente de retrait (Photo V.).

f) Pâtes à texture microgrenue : prédominance des minéraux en fragments non discernables en vision macroscopique, mais participant aux qualités plastiques de la céramique et d'identification incertaine au microscope.

g) Pâtes opaques : absence de texture observable due à une pâte opacifiée par imprégnation minérale ou organique.

2) Examen en lumière polarisée

Les types de pâtes céramiques couramment observés sont les suivants :

A) Les pâtes isotropes ne présentant aucun phénomène de biréfringence.

B) Les pâtes anisotropes :

1) Phylliteuses ou faites de cristaux en aiguilles, plus ou moins orientés, autour des grains dégraissants suivant leurs dimensions. Photos VI, VII.

2) A prédominance d'agrégats phylliteux denses et orientés, à extinctions rou-lantes ou ondulantes.

3) Pâte à fine dispersion de carbonates donnant, par superposition des cristal-lites, un fond à biréfringence élevée sans extinction. Photo XVII.

4) Pâte à auréole de cristallites en masses microscopiques à polarisation d'or-dre supérieur (minéraux non identifiables au microscope). Photo VIII.

La plupart des céramiques ne se rattachent pas à un type net, mais ont un as-pect intermédiaire entre les types énoncés ci-dessus.

B - ELEMENTS FIGURES :

I - LES MINÉRAUX : Dans les lames minces de céramique, les minéraux en grains apparaissent soit naturels, soit modifiés par la cuisson.

La sensibilité des minéraux à la chaleur est liée aux conditions dans lesquelles ils ont cristallisés. Ainsi, les minéraux endogènes : feldspaths, pyroxènes, etc ... ne sont pas altérés par les températures de chauffage peu élevées de la céramique an-cienne; les minéraux pneumatolytiques sont modérément affectés, tandis que les cristallisations d'altération ou de néoformation sont très sensibles à la chaleur (ortho-chlorites, carbonates, etc).

Le quartz peut être considéré comme stable : lorsque les grains sont inférieurs à 40 microns et lorsque la céramique de technique primitive a subi une cuisson faible .

Dans tous les autres cas, le quartz se comporte comme un minéral légèrement instable ; on observe alors les modifications suivantes :

- 1) L'éclatement du grain en deux, trois fragments ou plus ;
- 2) La fissuration en réseaux irréguliers, présentant, dans certains cas, une disposition en mosaïque .

En lumière naturelle, les fissures ont un aspect de clivage irrégulier.

En lumière polarisée, ces fissures sont bordées d'un cerne de plus faible biréfringence pour les positions d'éclairement maximum du cristal. Le quartz fissuré en mosaïque est facilement arraché lors de la fabrication de la lame mince.

Le quartz étonné : Les contours des quartz de certaines céramiques sont crénelés ou dentelés (Gallo-romain de Côte d'Or). Ce fait semble attribuable à un éclatement des grains antérieurs à leur utilisation en céramique, dû à un préchauffage suivi d'un refroidissement brutal .

Les feldspaths

Les feldspaths présentent l'ensemble des caractères habituels :

- macles simples ou polysynthétiques ;
- associations micropertitiques orthose-albite ;
- micropegmatite d'association avec le quartz ;
- faciès d'altération donnant soit sur des sections laiteuses, soit des pigmentations rougeâtres .

Les feldspaths se rencontrent principalement en cristaux brisés suivant les plans de clivages ; les dimensions courantes varient de 40 à 1,5 mm .

Dans quelques exemples très rares, on peut observer des microlithes de feldspath en baguettes, libérées par l'altération de roches, à phase vitreuse altérée .

Les micas

Les teintes de polarisation de la muscovite sont abaissées en jaune ou rouge-orangé sans irisation .

La biotite présente le même affaiblissement de la biréfringence auquel s'ajoute une tendance à l'assombrissement et même l'opacification partielle avec entrebâillement des feuillettes (présence de vermiculite chauffée) . Photo IX.

Les chlorites (et la biotite chloritisée)

Les chlorites sont rubéfiées par chauffage. Elles présentent alors une teinte rouge-orangé clair, à polychroïsme presque nul. Les faces 001 sont craquelées. La biréfringence est très faible et l'extinction imparfaite.

Les pyroxènes

Bien conservés ou altérés suivant les clivages, ils apparaissent dans la céramique en grains allongés .

Les échantillons reconnus sont constitués principalement de cristaux d'augite dont la zone périphérique fortement ouralitisée est affectée par la cuisson .

Les amphiboles

Certaines amphiboles provenant de roches effusives telles que l'hornblende basaltique, se retrouvent inchangées dans la céramique, entourées d'une bordure opaque (il en est de même pour la biotite volcanique à cerne noir) .

Les amphiboles de la série "actinote-ferroactinote" et celles qui résultent de l'ouralitiséation des pyroxènes monocliniques sont rubéfiés .

Le pléochroïsme est très fort (gris-jaune, gris-mauve, brun-rouge foncé) . La biréfringence est légèrement abaissée .

Dans les céramiques grises, faites de terre d'altération des roches ouralitisées et déchargées de leur fer par lessivage acide, les amphiboles grises semi-opaques n'ont pratiquement pas de biréfringence .

Parmi les minéraux non modifiés par la chaleur, il faut mentionner les minéraux accessoires les plus courants qui se retrouvent dans la céramique en grains, sans forme déterminée : le zircon dont certains limons sont riches .

Le sphène, présent dans des engobes blancs ;

Les tourmalines bleues ou vertes, en grains très fins, ont été observées plus souvent que les tourmalines brunes .

Les épidotes sont parmi les minéraux lourds les plus courants dans la céramique ancienne .

Les grenats et les spinels , en grains sphériques, peuvent être, dans certaines séries, les minéraux dominants .

Les silicates de métamorphisme n'ont pas été encore déterminés à l'état de grains, mais se trouvent dans des céramiques dégraissées avec des fragments de roches métamorphiques : citons la staurotide et le disthène. Notons enfin quelques céramiques avec quartz à sillimanite .

Les minéraux semi-opaques (Iddingsite - Goethite - Oligiste - Lépidocrocite) n'offrent plus de biréfringence ; ils ne sont plus identifiables dans les analyses de lames minces où l'on peut les confondre aisément avec les produits opaques .

Les minéraux opaques

L'examen microscopique, en lumière réfléchie sur lame mince, permet seulement de différencier :

- 1) des minéraux noir-brunâtre, semi-opaques, sans reflet métallique, avec ou sans auréole rougeâtre ;
- 2) des minéraux noir-brunâtre à surface chagrinée et reflets métalliques bleutés dans la zone centrale ;
- 3) des minéraux noir-mat.

Les carbonates

Les carbonates spathiques, broyés, mêlés à la céramique, cuite à une température inférieure à 800°, présentent des sections en losange, aux caractéristiques minéralogiques inchangées. Les carbonates cryptocristallins ayant subi une température supérieure à 800° présentent une opacification diffuse en lumière naturelle transmise et, en lumière réfléchie, une teinte bleutée .

II - LES FRAGMENTS DE ROCHES

1) - Fragments de roches cristallines grenues et microgrenues :

Roches acides : Les cristaux constitutifs d'un granite à muscovite et biotite se trouvent dissociés. Seuls des groupes de quartz xénomorphes conservent quelquefois, au centre de leur agrégat, un feldspath damouritisé ou du mica frais .

Les granophyres à texture microgrenue, apparaissent en agrégat pulvérulent, à contour accidenté et particulièrement fracturé, les micropegmatitiques ne présentent plus que la polarisation du quartz.

Les roches basiques

Les terres d'arénisation des gabbros à ouralite contiennent une prédominance de cristaux ou d'aiguilles d'ouralite rubéfiée; les plagioclases sont très altérés ; certains pyroxènes présentent des lacunes résultant de la disparition du feldspath en association poecilitique .

Les roches ultrabasiques : donnent des grains de serpentine, avec cristallisation de magnétite dessinant les clivages de l'olivine disparue (67-15).

Les roches grenues dissociées ne doivent être identifiées qu'avec beaucoup de prudence, soit lorsque le matériel figuré présente des grains lithiques conservant des vestiges d'association minérale, soit lorsque l'ensemble des minéraux, compte tenu de leur " altérabilité " propre, se trouve dans une proportion correspondant à un équilibre pétrographique déterminé .

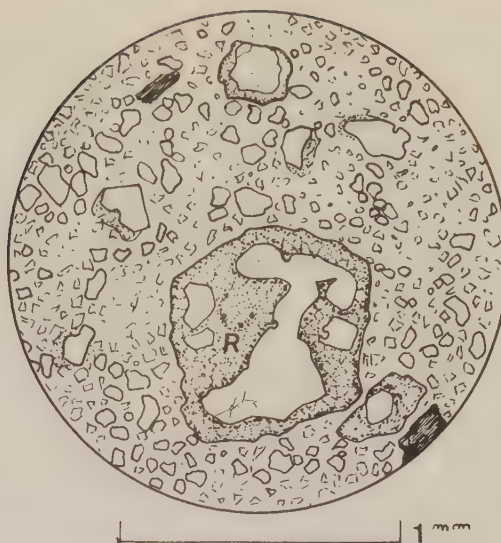
2) Fragments de roches microlitiques :

Les roches microlitiques, compte tenu de la faible dimension de leurs cristaux, sont susceptibles de présenter, même pour de petites surfaces, des associations de minéraux caractéristiques.

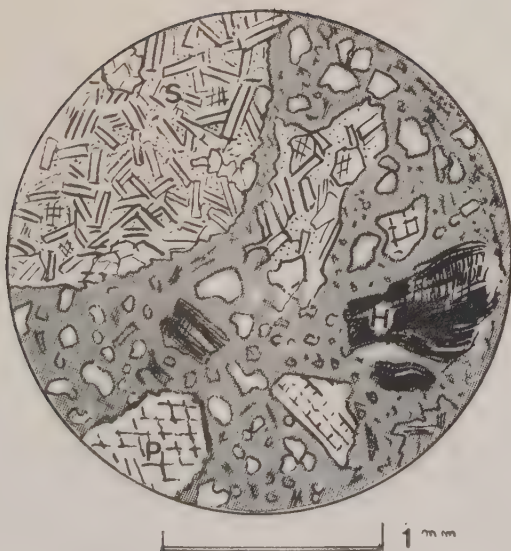
Le pourtour des grains lithiques est quelquefois légèrement rubéfié .



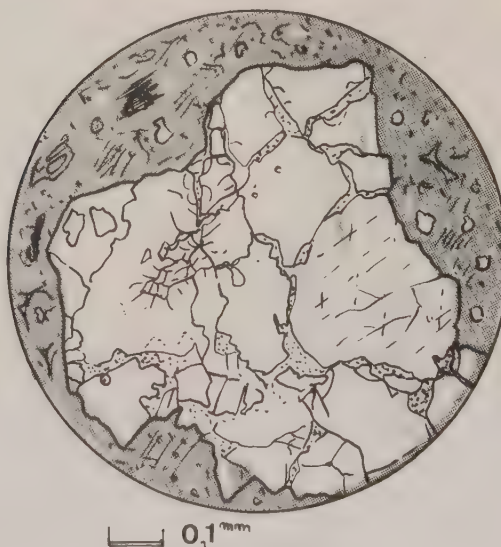
IX - Biotite altérée (B), muscovite (M)
L.N. - LM C 1 b



X - Pâte céramique à fragments de
rhyolite (R). L.N.
LM 67-7 (céramique minyenne).



XI - Pâte céramique à fragments
roches microlitiques et vitreuses,
basique ; hyaloclastites (H),
spilite (S), pyroxène (P) - L.N.
LM 69-86.



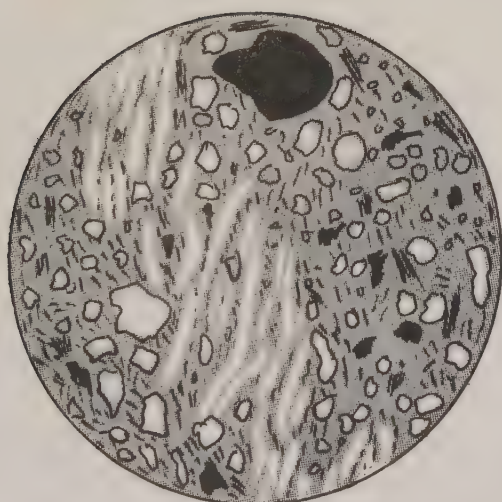
XII - Fragment de roche grenue
marquée par une anatexie
partielle. L.N. Céramique
de Milet. LM 67-19.



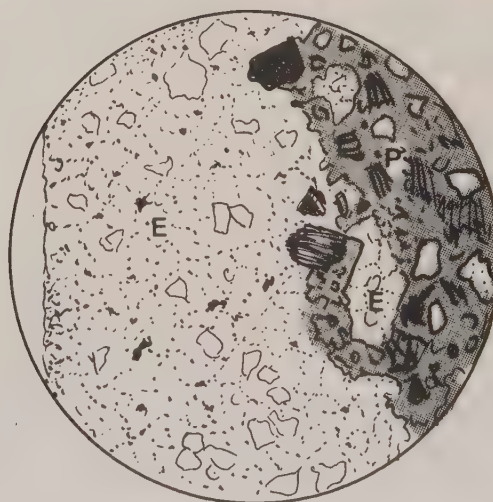
XIII - Céramique calcaire à microfaune
Foraminifère isolé (F). Fragment
de calcaire à globigérine (G). L.N.
LM 70 . 111.



XIV - Détail de LM 70 . 111 (G)



XV - Traces de végétal noué et torsade
L.N. - LM 69.61 A.



XVI - Ancrage de l'engobe blanc (E)
dans la pâte rouge (P). L.N.
LM 69-39. Céramique W. SW.II

Les fragments altérés de roches microlitiques remarquables dans la céramique sont des plus variés . Indiquons à titre d exemple :

La rhyolite donne un sable à quartz automorphes corrodés, entourés d'un fond vitreux ou cryptocristallin auquel se mêlent quelques feldspaths et de rares micas . Photo, X .

L'andésite donne des fragments allongés résultant de la structure microlitique fluidale fréquente ;

Dans les séries plus basiques, on trouve des fragments de hyalobasalte dévitrifiés, liés à des olivines altérées en iddingsite. Photo XI .

On identifie aussi les albitophyres dont les microstructures calcifiées dans une pâte chloritisée riche en épidote sont bien conservés .

Quant aux céramiques à spilites , elles sont, dans plusieurs cas, riches en verre brun-foncé provenant des hyaloclastiques associés aux pillow-lavas lors de leur mise en place . Photo XI .

Les roches vitreuses incolores , en fragments clastiques de ponce (ignimbrites), sont associées dans quelques cas particuliers (région de l'île de Kos) à des fragments granitiques dont les quartz sont corrodés par une fusion partielle (Keller 1970 . Photo XII).

3) Les fragments de roches sédimentaires détritiques

Les fragments de roches sédimentaires détritiques, incorporés aux céramiques ont, ordinairement, moins de 0,5 cm. Nous trouverons seulement, par conséquent, des grès fins et des pélites .

Les microgrès à ciment pélitique ou les calcarénites fines à ciment carbonaté se présentent en agrégats pulvérulents plus ou moins écrasés, suivant la cohésion de la roche dans la pâte de la céramique .

Le grès fin à ciment siliceux, les quartzites sédimentaires se rencontrent ordinairement à l'état de grain roulé .

Parmi les divers sables liés naturellement à la pâte des céramiques ou ajoutés par le potier, le plus caractéristique est le sable arrondi, bien calibré, comparable au sable des plages (ou dunes) actuelles .

Certains sables présentent un enrichissement en calcite qui semble indiquer un début de concrétionnement.

Parmi les éléments de la céramique provenant de roches détritiques, il faut peut-être compter des " grains concrétionnés " à zones concentriques diffuses, alternativement isotropes et fortement biréfringentes dont la nature n'est pas encore connue.

Les arkoses fines ne sont pas distinguables avec certitude des produits d'arénisation des roches cristallines acides .

Les terres d'altération des psamites et de certaines roches métamorphiques présentent entre elles beaucoup de similitudes .

De même, la détermination des roches détritiques les plus fines : limon, loess, flysch, est imprécise .

Dans la description des céramiques contenant des formations sédimentaires détritiques très fines, il convient de distinguer :

a) Les céramiques dans lesquelles il subsiste des fragments lités " varvés ", à l'état de grumeaux, témoins de la texture de la roche plastique délitée .

Les grumeaux sont tantôt faits d'argilite pure, tantôt d'un " complexe stratifié " argileux et micro-arénacé, tels qu'un greywacke très fin à tendance pélitique . Plus grossiers, les grumeaux de molasses, riches en grains calcaires sont fréquents dans les céramiques argilo-marneuses peu ou pas fossilifères .

La différenciation entre grumeaux d'argilite, plastique, donc déformables lors du façonnage, et les sables de shales ardoisiers consolidés, non plastiques, n'est pas toujours aisée. Notons cependant que les shales consolidés présentent rarement un retrait de cuisson (meilleure stabilité volumétrique à la chaleur) .

b) Les céramiques à éléments fins calibrés ne présentant aucun vestige de micro-structure sédimentaire peuvent être rapprochées, par hypothèse, des limons, des loess-lehms et autres roches meubles (si le calibrage ne résulte pas d'une décantation artificielle exécutée par le potier) .

4) Les fragments de roches sédimentaires d'origine chimique ou organique .

1 - Les fragments de calcaires de précipitation chimique ne peuvent être distingués avec certitude des autres calcaires azoïques dans la céramique. Seul, le travertin est peut-être décelable .

2 - Les évaporites (principalement le gypse) n'ont jamais été reconnues comme éléments figurés primaires dans la céramique .

3 - La calcédoine concrétionnée (meulière, chert) : s'observe fréquemment à l'état de grains usés .

Les calcaires à organismes

La craie est souvent en fragments peu usés, semi-opaques, à réflexion bleutée, en lames minces. La microfaune planctonique est bien conservée . Les organismes identifiés sont de petits foraminifères . Photo XIII-XIV .

Les calcaires à foraminifères benthoniques ou à grandes nummulithes se présentent à l'état de grains usés ou de nummulites libres; il en est de même pour les calcaires à algues (Amphiroa) .

Aucun fragment de polypier n'a été reconnu jusqu'ici dans la céramique ancienne.

Les lumachelles donnent des fragments concassés de coquilles de lamellibranches non identifiables, épigénisées en calcite et mêlées à du calcaire microcristallin.

Les diverses roches calcaires décrites ci-dessus apparaissent blanches en lames minces. A celles-ci il faut ajouter les calcaires noirs, sapropéliques, altérés par la cuisson de la céramique. Les grains calcaires sont quelquefois rubéfiés ; leur microfaune est alors épigénisée en oxyde de fer (terra rossa ou Hard ground) .

Boues-marnes argileuses à organismes

Les strates les plus argileuses (plastiques) des épaisses formations marno-calcaires marines ou lacustres sont parmi les ressources les plus utilisées au Proche-Orient par les Anciens pour la fabrication de la céramique .

Déterminations de la Microfaune des Céramiques anciennes

EXEMPLES :

Déterminations: P. MARIE

PROVENANCES

MICROFAUNE

	U.D.	C.S.A	U.D	CSA.	DJEBEL QALAA.	
	63.13.					
	64.1					
	67.9					
	67.14					
	67.16					
	67.8					
	68.38					
	68.39					
	68.45					
	68.48					
	68.51					
	68.52					
	68.54					
	68.55					
	64.1					
	64.2					
	64.5					
	64.6					
	64.9					
	64.10					
	64.16					
	64.18					
	64.20					
	64.42					
	64.49					
	20.30					
	87.71					
Ostracodes.						
Leptodermella-calci-sphère		+	+			
Orbulina.				+		
Lagena sphaerica Kaufm.			+			
Textularia.		+				
Arenobulimina. Bulimina		+				
Cristellaria.						
Dentalina	+					
Bolivina						
Gumbelina globulosa Ehrb.	+	+	+	+	+	
Gumbelina.	+	+				
Rotallidae.						
Globorotalites	+		+			
Globigerina Cretacea d'orb.	+	?	+	+	+	
cf. bulloides d'orb.		+	+	+	+	
Rosalinella apenninica Benz				+		
Limnei d'orb.						
Benzi gand.				?		
Stephani gand.				+		
Stuarti J. de Lapp.			+			
Anomalina						
Orbitoides (débris)					+	
Foraminifères à test détruit	+	+				

CONCLUSIONS PRELIMINAIRES

Crétacé supérieur.
Crétacé supérieur
Crétacé sup. (Turon.), Text. inf.
Turonien.
Paléocène.
Loess continental
= Sémonien.
Crétac. sup. + quaternaire
Crétacé supérieur
Maestrichtien.
Cénom.-Turonien.
Crétac. sup. + Text. inf.
Text. inférieur
Crétacé sup. + Text. inf. + loess
Crétacé supérieur
Turonien
Crét. sup. + Text. inf.
"
Crétacé sup. + Text. inf.
"
Crétacé supérieur
Tertiaire dominant
Crétacé supérieur
Paléocène
Crétacé supérieur
Loess ?
Facies continental.

Dec. 1968

Les céramiques caractéristiques de ce type sont dépourvues de matériel détritique ; les éléments figurés se limitent à la microfaune . Celle-ci comprend, en général, peu d'espèces .

A l'opposé, certaines marnes pyriteuses, plus rarement employées, contenant une portion notable de matériel détritique, possèdent des fragments de faune marine variée (Détermination G. L. Lucas) .

Les fragments de roches siliceuses non détritiques

- Les radiolarites conservées dans la céramique sont diverses : les radiolaires peuvent être bien conservés ou écrasés : le fond de la roche incolore limpide, ou rouge opaque, microcristallin indenté ou crypto-cristallin ,

- Certaines radiolarites mal consolidées libèrent leurs radiolaires épigénisés en quartz ou calcédoine qui se mêlent à la pâte de la céramique .

- Les grains de sable de phtanites ou de lydiennes ne sont pas différenciables en lame mince des grains de radiolarites incolores .

Les accidents siliceux des roches calcaires

Les silex et les chailles sont difficiles à détecter avec certitude lorsqu'ils n'ont pas de micro-organismes observables. Les grains zonés mentionnés plus haut sont peut-être des " sables à patine " de ces roches .

Les argilites plastiques à organismes siliceux

Ce groupe comprend surtout les boues à radiolaires qui souvent présentent un faciès de shales mal délité, très riche en grosses radiolaires d'opale .

Certaines marnes argileuses à globigérines comportent un nombre important de spicules de spongiaires (C. Montenat. Pyla) .

Eléments figurés provenant de formations pédologiques

- Nodules de marne argileuse à surface rubéfiée décarbonatée ;
- Nodules de limonite opaque à poussière de quartz (Alios) ;
- Fragment de croûtes zonaires à radicelles;
- Grumeaux de poussière argileuse (barbotine naturelle des flaques d'eau) ?
- Esquilles ou fragments érodés de porcelanite;
- Fragments de cuirasse ferrallitique ou nodule de terra-rossa;
- Débris végétaux ou d'organismes terricoles (coquilles d'aragonite) .

5) - Eléments figurés divers

Les végétaux incorporés à la céramique apparaissent à l'étude microscopique sous forme de réseaux cellulaires lorsqu'ils sont à l'état de charbon de bois, ou traces dans la pâte lorsqu'ils sont calcinés .

Fragments animaux : les éléments observés résistant à une cuisson faible des céramiques sont : les fragments de coquilles actuelles en aragonite, les coquilles d'os, les poils.(Photo V.).

Eléments anthropogènes : La chamotte, céramique cuite broyée, en est l'élément le plus courant. La Chamotte se présente en fragments anguleux; elle peut être de même nature que la pâte de la céramique ou être constituée de matériaux différents. Il semble, dans certains cas, impossible de la différencier de shale-cherts consolidés, des porcelanites, ou de fragments de croûtes d'altération alliotique incomplète.

Les scories (traitement des pyrites cuivreuses) entrent dans la composition des céramiques utilisées comme creusets de fondeur ; elles sont à l'état de fragment anguleux, faites d'une intercroissance micropegmatitique ou pseudo-doléritique, d'un minéral semi-opaque avec un minéral à biréfringence élevée. (Photo XX).

Les galets de céramique sont fréquents dans les zones d'érosion marine ou fluviale d'habitat antique. Aucun sable de céramique n'a été reconnu avec certitude, par contre, on peut retrouver, à la suite d'érosion et de transport, des sables de scories anciennes .

Les éléments textiles, ficelles, fil roui : mêlés à la pâte de la céramique donnent des séries de traces ondulantes parallèles, résultant des vides laissés par la calcination de fibres torsadées . (Photo XV).

L'imprégnation de matière organique à aspect de bitume donne, en lumière naturelle, un fond opaque noirâtre, soluble dans le vernis de consolidation ; aussi l'étude microscopique des constituants minéraux de ces céramiques nécessite-t-elle la calcination à 600°, pendant 4 heures, du fragment de céramique, avant la préparation de la lame mince .

OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES DIVERSES

1 - MATERIAUX DE SURFACE

a) Etude des engobes et peintures vitrifiées - " vernis à l'antique" de couleur rouge .

En lame mince, ces vernis qui ont une couleur jaune-orangé, sans pléochroïsme, un relief fort . En lumière polarisée , ils ont un aspect de verre dévitrifié.

b) Incrustation des engobes épais

Les engobes ayant une épaisseur d'environ 2 mm présentent, en coupe transversale, un tracé de contact des deux pâtes, sinueux, avec mélange en certains points, de la pâte de la céramique avec celle de l'engobe (Photo XVI) .

2 - FIGURATIONS ET COLORATIONS SECONDAIRES

Les " figurations secondaires " sont le produit des réactions physico-chimiques dues au milieu de conservation et d'utilisation de la céramique après sa fabrication .

Les transformations courantes sont :

La calcitisation :

a) en fins cristallites isolés fréquemment à l'intérieur de micro-géodes circulaires ou en grappes dans les fissures .

b) calcitisation massive des fissures et géodes de la pâte et des éléments figurés (Photo XVII) .

c) en gangue, à la surface de la céramique, microgrenue ou litée .

Imprégnations diverses

a) Large cristallisation de gype dans toutes les vacuoles de la céramique.

b) Cristallisation fibreuse dans des réseaux sinueux de microfissures (Photo XVIII) .

c) Piégeage d'argile pédologique qui se répartit en fines couches orientées, d'aspect moiré, à extinction ondulante dans les fissures et en surface. (Photo XIX) .

d) Absorption de produits carbonés : goudron de combustion dans le cas des céramiques utilisées comme marmite. Imprégnations des produits humiques ; imprégnation de pétrole (hypothétique) .

Ces divers produits organiques ont tendance à donner à la céramique une coloration gris-jaune, soluble dans le baume du Canada (lames minces jaunâtres) ..

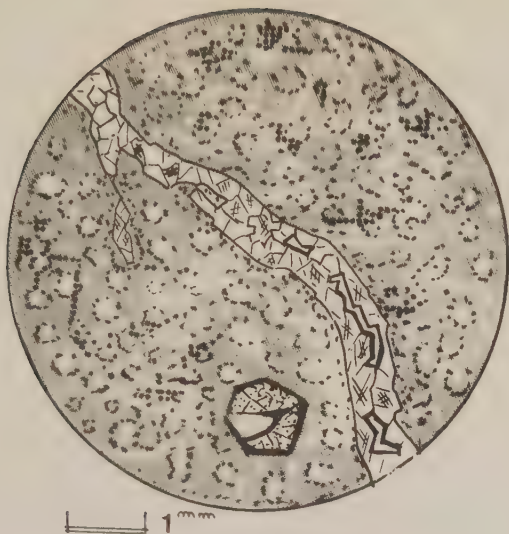
L'altération marine, et surtout l'attaque par des lithophages ou l'incrustation par des organismes constructeurs marins n'ont pas encore été étudiés .

CONCLUSION

L'examen pétrographique de la céramique ancienne au microscope polarisant permet l'identification des minéraux de dimensions suffisantes, ainsi que des grains lithiques, des fossiles, des éléments végétaux, animaux ou industriels qui y sont contenus .

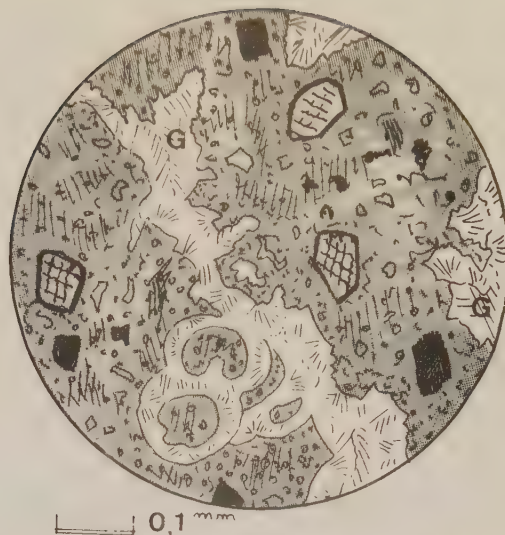
De l'ensemble des observations microscopiques de la pâte et des éléments figurés se dégage une caractérisation globale à laquelle on peut donner le nom de "microfaciès céramique". Celui-ci renseigne, de façon parfois très précise, sur le cadre géographique et géologique dans lequel la céramique a été élaborée .

La présence dans une céramique de certaines roches, de certains minéraux ou de certains fossiles, permet d'exclure de manière absolue son origine dans certains sites qui en sont dépourvus. C'est là une donnée négative dont l'importance cependant ne doit pas être minimisée, car elle peut, dans certains cas, trancher de manière définitive des problèmes posés par l'archéologie.



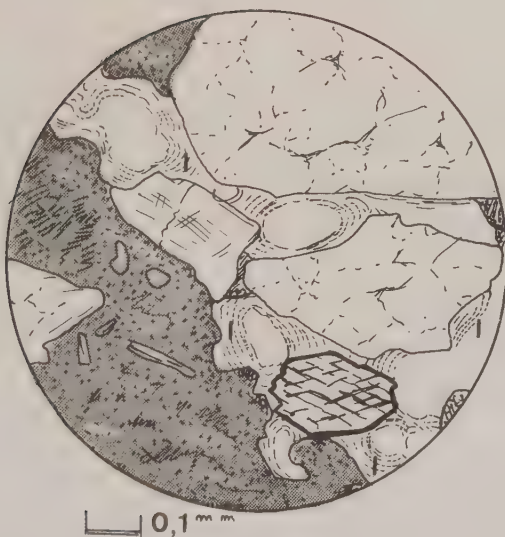
XVII - Fissure calcifiée (F) d'une pâte céramique calcique.

L.N. LM 68-48



XVIII - Cristallisation de Gypse fibreux (G) dans les vacuoles d'une céramique à pâte fossilifère calcinée.

L.N. LM 69-18 B. Céramique d'Apliki.



XIX - Remplissage par une argile illuviale (I) des fissures d'une céramique gallo-romaine. L.N. LM Agro.H. 123 G (Horemans).



XX - Fragments de scories
LN - LM AL 133.

CHAPITRE III

LA MICROSCOPIE ELECTRONIQUE

But : Observation de cristaux ultramicroscopiques, non visibles au microscope optique, en raison des grossissements plus élevés (par exemple à 100 000 x 12 000 au lieu de 1 000.

La microscopie électronique par balayage permet d'obtenir une image de l'échantillon par bombardement d'un flux d'électrons.

Le faisceau d'électrons, issu d'un "canon" électronique, traverse une première lentille magnétique, puis un diaphragme, enfin une seconde lentille (objectif) avant d'atteindre l'échantillon.

Ce faisceau d'électrons balaye le porte-objet grâce à un procédé comparable à celui de la télévision.

L'étude des surfaces est alors réalisée par la détection des électrons réfléchis par l'objet qui forment l'image sur un tube cathodique synchronisé (écran de télévision de 10 x 10 cm, à forte rémanence). La platine porte-objet inclinable permet d'étudier l'échantillon sous tous les angles, à des grossissements habituels de x 20 à 24 000. L'image peut être photographiée sur un second écran de 10 cm x 10 cm sans rémanence.

Préparation : L'échantillon est posé et collé sur la platine circulaire par une légère couche de collodion, puis mis sous cloche à vide (10-5 mm Hg) où il est recouvert d'un mince film métallique par vaporisation d'or porté par un fil de tungstène chauffé à l'incandescence. Il se produit sur l'échantillon un effet d'ombrage qui facilite l'observation.

L'appareil : microscope électronique à balayage : Cambridge.
grossissement : 20 à 50 000 (Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Dijon).

LES RESULTATS

L'étude des surfaces de cassure d'une esquille, obtenue par l'écrasement de l'échantillon de céramique ancienne, permet d'étudier sa structure ultramicroscopique.

Parmi les principaux éléments décelables, on peut distinguer :

1 - Le degré de cristallinité des éléments constitutifs de la pâte. Exemple :

- Macroscopie : céramique mycénienne III A² : type Askos, à peinture brillante sur pâte beige pâle.

- Microscopie électronique (photo 1 - MEB -1-) : La photo présente, dans la zone centrale, la coupe réalisée à travers la peinture : celle-ci est faite d'un matériau homogène compact, à peu près dépourvu de bulles, et dont la surface de cassure est esquilleuse. Ce matériau est un verre dans lequel tous les éléments originels (phyllites argileuses, etc.) sont fondus. Notons que la surface dévitrifiée par l'altération superficielle de cette peinture présente un faciès finement globuleux. Photo 7.

La pâte céramique au bas de la photographie apparaît constituée d'éléments figurés, soit en feuillets incurvés, soit en fins globules.

Sur cette image, il apparaît que le matériau céramique peut être de deux types :

- a) vitreux, ne gardant aucun vestige des éléments cristallisés originels ;
- b) fritté, il présente alors, quoique très déformé, les vestiges des structures argileuses originelles.

2 - Les éléments qui constituent la pâte peuvent avoir des faciès différents.

A) Faciès foliacé - exemple :

- Macroscopie : céramique mycénienne III A, cratère à char.
- Microscopie électronique : (MEBC - photo 2, 8).

Image obtenue par photographie du fond d'une vacuole, due probablement à une bulle d'air ; ce n'est donc pas une surface de cassure ; les cristallites bien conservés, quoiqu' incurvés, présentent un faciès à empilement de feuillets tels que peuvent en donner les pâtes argileuses formées de phyllo-silicates à degré élevé de cristallinité, ayant de 1 à 5 microns. Ils apparaissent au haut de la photographie, noyés dans une phase d'aspect vitreux. Notons que cette céramique ne présente aucun phénomène observable pour l'écart de 10 Å, en diffractométrie R. X.

B) Faciès fibreux ou tubulaire - exemple :

- Macroscopie : pâte grise d'une céramique "W.S.W." II de Chypre.
- Microscopie électronique : (MEB 6 F - photo 3).

Cette céramique qui, en microscopie optique, présente des figurations fibreuses (probablement des amphiboles déferrifiées ne provoquant pas de diffraction aux rayons X), donne, en microscopie électronique, des images de faisceaux en voie de dissociation, faits de fibres ou de tubes, mêlés à quelques éléments globuleux et empâtés dans un fond à aspect vitreux.

Ces fibres sont probablement à comparer aux argiles magnésiennes à faciès fibreux (Caillères 1964), produit de "diagenèse" hydrothermale des diabases. (Magnan, 1961).

C) Faciès globuleux - exemple :

- Macroscopie : engobe blanc de céramique "W.S.W. I" de Chypre.
- Microscopie électronique : (MEB 4 A - photo 4).

La pâte céramique apparaît faite de globules rétractés de 1/10e de micron environ, entourant des particules plus grosses (3 à 4 microns) donnant une image générale en "tête de chou-fleur".

Ce faciès peut résulter soit du frittage d'une argile à faible taux de cristallinité, soit d'un gel ou d'allophanes rétractés.



— 1 μ

1 - Peinture vitreuse posée sur une pâte foliacée vacuolaire. Céramique mycénienne III A2-B. MEB. 1



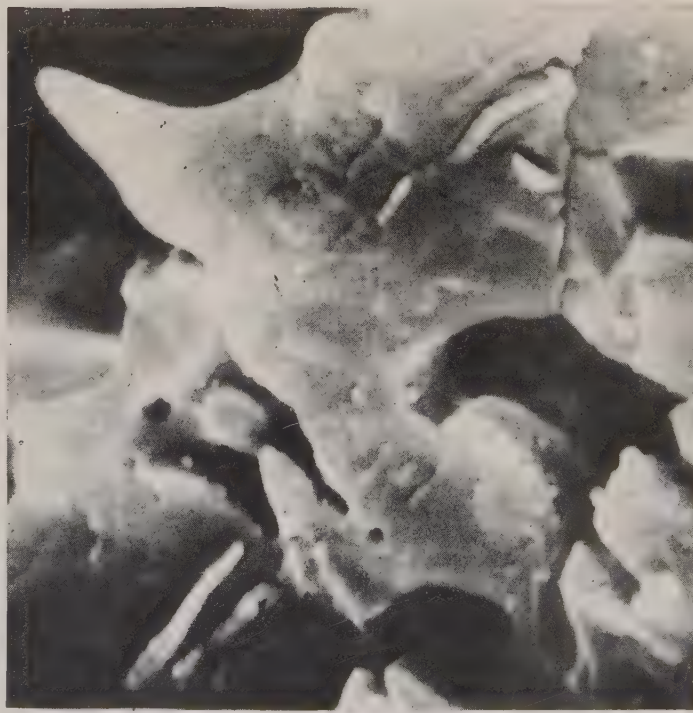
— 1 μ

2 - Pâte faite d'empilements de phyllites déformées. Céramique mycénienne III A 2. MEB. 11



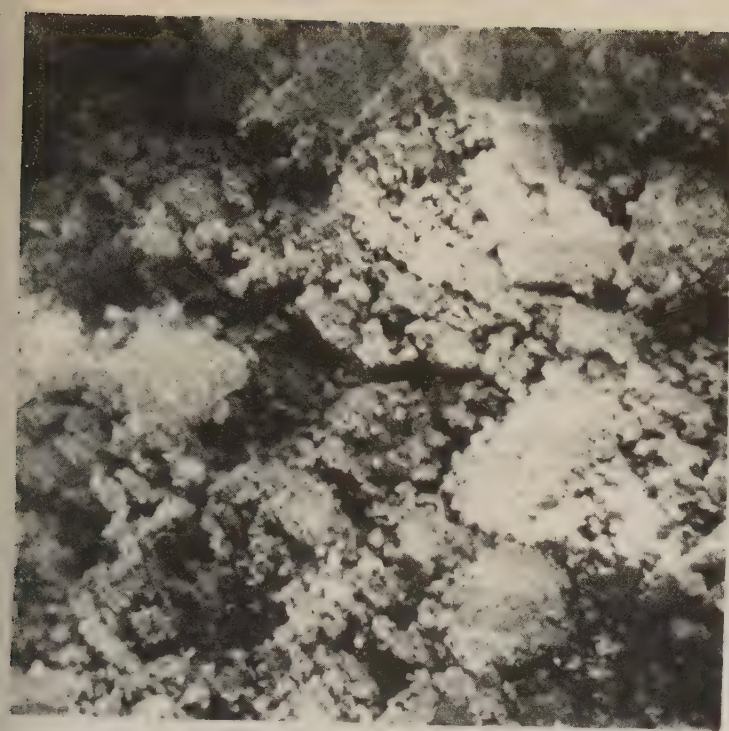
— 1 μ

3 - Amphibole altérée se désagrégeant. Céramique W.S.W. II de Chypre. MEB. 6 E



— 1 μ

3 b - Pâte à éléments fibreux. Céramique W.S.W. II de Chypre. MEB. 6 C



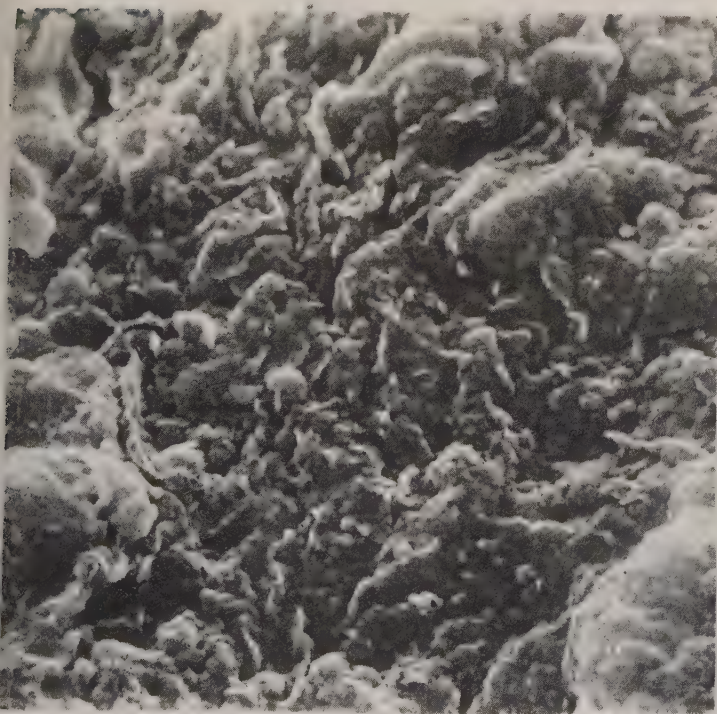
1 μ

4 - Engobe à aspect de gel rétracté à éléments globuleux. Céramique W. SW.I de Chypre, MEB. 4 A



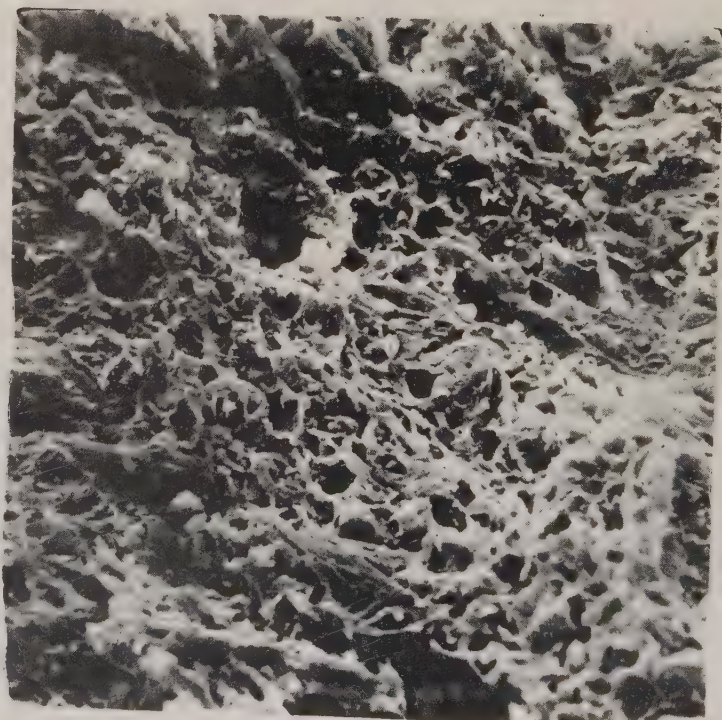
10 μ

5 - Pâte compacte contenant une fibre biologique. MEB. 5 P



1 μ

5 b - Détail de la pâte compacte. MEB. 5 A



10 μ

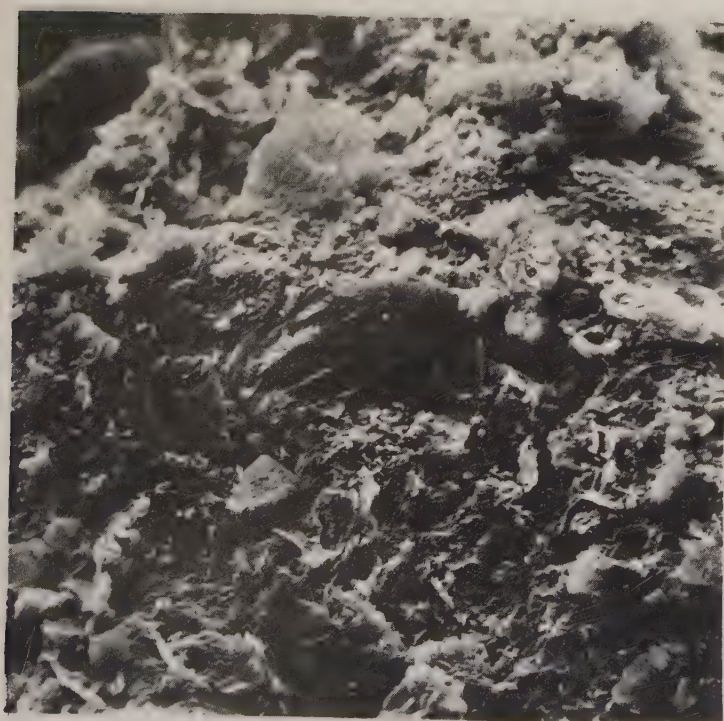
6 - Pâte vacuolaire. Céramique red lustrous de Chypre. MEB. 7 B



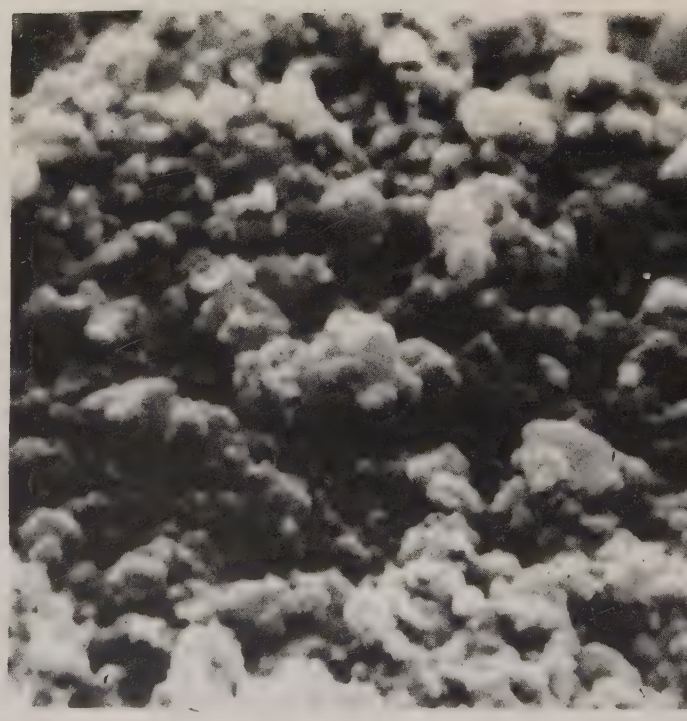
6 b - Détail d'une pâte vacuolaire. Céramique red lustrous. MEB. 2 B



7 - Altération en surface de la peinture d'une céramique mycénienne. MEB. 9



8 - Engobe de céramique W.S.W. III à phyllites idiomorphes. MEB. 1
(voir la photographie N° II (LM 68-47))



8 b - Détail de la pâte argileuse fine liant les phyllites idiomorphes. MEB 1 b

3 - Compacité de la pâte

En "ultramicroscopie", la pâte de céramique apparaît soit à peu près compacte, soit fortement vacuolaire.

A) Pâte compacte

- Macroscopie : céramique "noir rouge lustré", dite de Kirbet Kerak (documentation P. de Miroshedji n° 70 102). Classe technique : céramique à imprégnation carbonée massive.

- Microscopie électronique : (MEB 5 A - photo 5)

La pâte apparaît comme formée de globules de dimension régulière ayant environ 1/2 micron de diamètre, mais "engluée", plus ou moins orientée suivant des surfaces ondulantes qui déterminent des figurations du type "slumping". Cette surface de cassure apparaît comme à peu près dépourvue de vides. La photo 5 B de la même céramique présente des fissures résultant de la présence de fibres organiques.

Remarquons que les céramiques expérimentalement imprégnées de matière organique carbonée présentent une stabilité de l'écart réticulaire de leur portion argileuse "gonflante" lorsque celle-ci est faiblement frittée sans calcination.

B) Pâte vacuolaire

- Macroscopie : céramiques du type "red lustrous", de très bonne qualité, à pâte dense, fine.

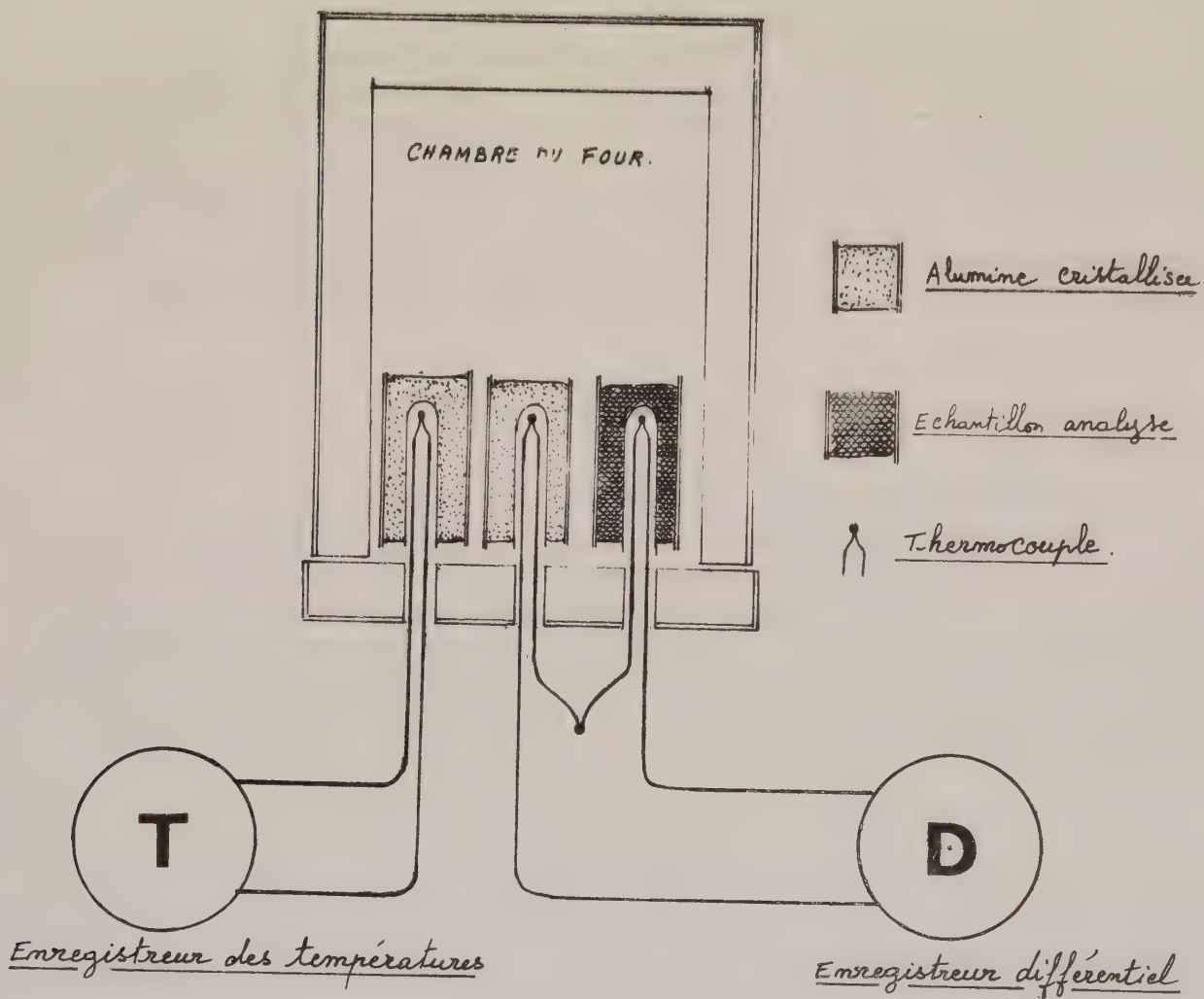
- Microscopie électronique - exemple MEB 2 B (photo 6)

La surface de cassure présente une pâte à éléments foliacés, soit tangentiels, soit à plan d'empilement "perpendiculaire" au plan de cassure. Cette pâte comporte de nombreux vides entre ses éléments foliacés et lités en désordre (structure en tas de feuilles mortes). Notons que la proportion et la forme des vides apparaissent déterminés par la morphologie, le taux de cristallinité, le mode d'association des phyllites, ainsi que par le degré du frittage des argiles de la céramique, et l'importance des dégagements gazeux.

CONCLUSION

L'étude de la structure ultramicroscopique de la céramique ancienne permet de retrouver certains caractères propres à la portion argileuse des terres plastiques cuites, tels que son taux de cristallinité, sa morphologie. En outre, cet examen permet de reconnaître certaines techniques ; ainsi, au niveau de la vision ultramicroscopique, une surface brillante, résultant de la pose d'un matériau vitrifiable, ne peut être confondue avec la surface brillante d'une céramique lustrée par action mécanique au brunissoir.

APPAREIL D'ANALYSE THERMIQUE
DIFFERENTIELLE.



Croquis - schématique.

CHAPITRE IV

L'ANALYSE THERMIQUE DIFFERENTIELLE

ATD : Cette analyse permet l'identification d'un minéral par sa courbe de déshydratation ou de recristallisation.

L'analyse thermique a pour but d'étudier les réactions qui se produisent au cours de l'élévation de température d'un échantillon. Celui-ci peut être stable à la chaleur ou, au contraire, instable ; il subit alors des modifications physico-chimiques qui se traduisent soit par un dégagement de chaleur, soit par une absorption de chaleur. Dans le premier cas, on pourra enregistrer un phénomène exothermique, dans le second cas, un phénomène endothermique. Le principe de l'analyse thermique différentielle est de mesurer les différences de température entre un élément de référence thermiquement stable (donnant la température ambiante de la chambre interne du four) et l'échantillon analysé dont on veut connaître les caractéristiques exothermiques et endothermiques.

Pour cela, l'échantillon à analyser est placé dans un four dont la température s'élève régulièrement.

Sa température est mesurée au moyen d'un thermocouple (chromel-alumel) monté en opposition avec un autre thermocouple situé dans un témoin inerte (alumine).

De cette manière, si l'échantillon et le témoin inerte s'échauffent à la même vitesse, le courant résultant est nul. Sinon, il apparaît une résultante soit positive, soit négative, suivant que l'échauffement de l'échantillon est plus rapide ou plus lent que celui du témoin.

Enfin, la température au four est mesurée par un troisième thermocouple situé également dans un témoin inerte.

L'APPAREIL :

L'appareil : type C.E.A. - montage de Chanteret (Branche - Chanteret, 1959).

L'élévation de température est réalisée dans un four vertical, monté avec contrepoids, type Adamel C.T.B. maximum 1050° C. L'élévation de température est déterminée par un programme matérialisé sur un tambour mû par un mécanisme d'horlogerie. Il est suivi par un curseur commandant le fonctionnement du four par tout ou rien.

L'élévation de température utilisée est de 10° C par minute. La température autour des échantillons et témoins est rendue homogène par une chambre interne en acier spécial.

Les déviations du galvanomètre différentiel et du galvanomètre des températures reliés aux thermocouples, s'inscrivent sur deux enregistreurs (MECI L 29 332 E et L 29 331 E), l'un donnant la courbe d'élévation de température, l'autre la courbe différentielle de l'échantillon.

- Préparation de l'échantillon

Pour l'analyse globale, l'échantillon prélevé au coeur du tesson de céramique ancienne est broyé au mortier d'agate, puis placé en dessiccateur.

Ensuite, la poudre de l'échantillon est compactée dans un cylindre de silice de 11 mm de hauteur et de 8 mm de diamètre ; elle maintient en son centre un protège-couple en platine qui est posé sur le thermo-couple. Le tout est enfermé dans la chambre en acier spécial. Enfin, l'ensemble est enfourné lorsque le four est à 200° C, ceci de manière à obtenir un début de courbe de chauffage rectiligne.

- Fonctionnement

Vitesse de chauffe : 600° C/heure.

Réglage de la sensibilité : 1 mV pour l'échelle complète de l'enregistreur différentiel.

RESULTAT DES ANALYSES :

Les diagrammes d'analyse thermique différentielle globaux de céramiques anciennes sont variés : il n'est pas possible d'en présenter une étude complète ; nous limiterons celle-ci à l'examen de quelques courbes caractéristiques :

- A.T.D. n° 1 (LM 70.9) "Turang Tepe"

La courbe présente, dès le début, des réactions formant un crochet large de faible amplitude (1,70 cm), situé entre 60° C et 280° C, avec une accentuation faible à 145° C. L'échantillon est ensuite stable jusqu'au crochet dû au passage du quartz α au quartz β . Enfin, à 700° C, on observe un décrochement très faible, puis l'échantillon reste stable avec une très légère tendance endothermique.

- Cette céramique comporte de très faibles phénomènes thermiques en dehors d'une légère endothermie à basse température due à son hydratation partielle.

- A.T.D. n° 2 (A.79 - Alise Sainte-Reine)

La réaction endothermique à basse température est nette, le crochet est étroit (amplitude 4 cm) et situé entre 60° C et 200° C. A cette température commence une réaction exothermique diffuse allant jusqu'à 490° C environ, et dont le maximum est à 290° C (amplitude 1,3 cm). Le crochet du quartz à 575° C est bien marqué, le reste de l'analyse ne présente plus de réaction.

Forte endothermie de déshydratation suivie d'une très légère exothermie de combustion.

- A.T.D. n° 3 - Céramique de Trouhaut altérée en milieu humique.

Le diagramme est comparable au précédent. Le crochet endothermique, 60° C à 205° C, a une amplitude de 4 cm environ. Cependant, le crochet exothermique est beaucoup plus intense, d'amplitude forte : 4,3 cm, de 290° C à 335° C, puis après un léger palier à 360° C, la réaction s'arrête à 570° C ; elle est suivie par le crochet du quartz, le reste du diagramme ne révèle aucun phénomène observable.

- Endothermie de déshydratation notable, suivie de phénomènes exothermiques nets, dus à la combustion d'éléments carbonés.

- A.T.D. n° 4 - Barbirey-sur-Ouche, B 20 (Néolithique).

Le crochet endothermique de basse température est large, de 60° C à 350° C, l'amplitude forte (4 cm) ; il est suivi par des réactions exothermiques d'amplitude moyenne (environ 1,5 cm) à 440° C et faible à 525° C. Le crochet de transformation du quartz est observable, il est suivi d'un court palier précédant le grand crochet endothermique de 885° C de très forte amplitude (10,7 cm) situé entre 730° C et 920° C. Enfin, il y a une réaction exothermique nette à 925° C, puis un palier plus élevé.

- En résumé, cette céramique présente des réactions thermiques jusqu'à 920° C, débutant par une endothermie notable de déshydratation, suivie d'exothermie moyenne résultant de combustions complexes.

- A.T.D. n° 5 - Ramad (Néolithique).

Le premier crochet endothermique s'étend de 60° C à 360° C, avec un maximum de 4,5 cm à 150° C ; il est suivi d'un palier présentant des réactions peu nettes. A 740° C, s'amorce un crochet endothermique d'amplitude moyenne (2,3 cm à 830° C) dissymétrique, se terminant à 850° C ; il est suivi d'une petite bosse exothermique à 910° C.

- Après une endothermie moyenne, cette céramique se caractérise par une série de phénomènes thermiques jusqu'à 910° C, résultant d'une instabilité notable à la chaleur due aux phases carbonées et aux hydroxydes de constitution.

- A.T.D. n° 6 - Lusigny 10

Le diagramme présente trois phénomènes nets : un très fort crochet à 150° C de 9,5 cm d'amplitude ; une double réaction exothermique à 350° C et 440° C, un crochet endothermique dissymétrique situé entre 700° C et 860° C, ayant son maximum à 830° C.

- Endothermie complexe, due à divers composants hydratés mélangés, suivie d'exothermie due à des combustions et des réactions caractéristiques des carbonates.

- A.T.D. n° 7 - Cooking pot - A.S.C. Enkomi)

Le crochet endothermique, habituel à la céramique ancienne, est peu marqué ; il est suivi d'un très fort crochet exothermique d'amplitude 8 cm à 390° C, suivi d'un plus faible à 520° C, puis crochet du quartz bien indiqué, suivi d'un crochet endothermique dissymétrique situé entre 705° C et 825° C avec maximum à 805° C. Enfin, bosse peu nette à 890° C.

- Cet échantillon se caractérise par l'importance des phénomènes de combustion ainsi que par son instabilité thermique à peu près continue jusqu'à 890° C.

- A.T.D. n° 8 - Sougère, Côte d'Or.

Ce diagramme présente le plus fort crochet endothermique observé ; son maximum est à 140° C ; le passage entre cette forte réaction endothermique et le double crochet exothermique a lieu aux environs de 230° C. Ce dernier présente deux sommets : l'un à 290° C d'amplitude 3,7 cm, le second d'amplitude 5 cm, à 440° C. Le crochet du quartz est atténué par la longue phase exothermique qui s'interrompt à 610° C ; le palier qui suit est interrompu à 850° C par un phénomène exothermique

bien marqué d'un centimètre d'amplitude, à 885° C et qui s'achève vers 940° C.

- Céramique fortement hydratée, riche en phases carbonées et instable à haute température.

INTERPRETATION :

1) La réaction endothermique de basse température, dont l'intensité est très variable, faible pour l'A.T.D. n° 1 à très forte pour l'A.T.D. n° 8, est supprimée par un préchauffage sans réhydratation. La réaction correspond tantôt à une déshydratation de l'argile frittée réhydratée en eau d'imbibition et en eau zéolithique, tantôt à la déshydratation soit du gypse, soit de gels hydratés complexes, formés aux dépens de certains verres céramiques, principalement des "gels d'alumine" (Mackenzie, 1957, page 319, figure XII L).

La réaction endothermique précédente se trouve neutralisée lorsque les phénomènes exothermiques commencent à température (A.T.D. n° 2 et 3) relativement basse : 200° C. Au contraire, lorsque le diagramme ne comporte pas d'exothermie, le premier crochet endothermique peut s'étendre jusqu'à 280° C et même 360° C.

2) Les réactions exothermiques présentent un ou plusieurs maxima dont les principaux sont à 290° C et 520° C (tableau ci-joint). L'ensemble de ces phénomènes qui se terminent en général avant 600° C est difficile à interpréter. Les courbes A.T.D. n° 2 et 3, dont le sommet du crochet est à 290° C, rappellent la courbe obtenue par la calcination d'un sol riche en humus (A.T.D. n° 15).

Tandis que les crochets de plus haute température correspondant probablement à la combustion d'huiles bitumineuses (360° C - 485° C), puis à la combustion de charbons bitumineux (390° C - 595° C - d'après Mackenzie, 1957, p. 412).

Après lavages répétés à l'eau oxygénée (suivant Millot, 1949, p. 68), il ne reste de la réaction exothermique (A.T.D. n° 13) qu'un léger crochet à 460° C (pyrite ?), suivi d'un crochet endothermique de 550° C, comparable à celui des argiles frittées à 750° C et réhydratées au cours du refroidissement (Mackenzie, page 400, figure XV-8).

L'échantillon A.T.D. n° 14, traité à l'eau oxygénée, ne présente plus qu'un léger crochet endothermique à 750° C de nature non identifiée, qui est probablement dû à un carbonate, compte tenu de son aspect dissymétrique.

3) Les crochets endothermiques plus ou moins forts des analyses des A.T.D. n° 4, 5, 6 et 7, situés entre 750° C et 885° C, correspondent à la dissociation du carbonate de calcium ; ceci peut être vérifié par comparaison avec une A.T.D. de l'échantillon traité à l'acide acétique N/10.

Cette technique a été appliquée à une céramique Ghassoulienne de Ben Shemen (A.T.D. n° 16 A).

Le diagramme de la poudre naturelle présente un crochet de déshydratation assez important à 120° C, ainsi que l'inflexion endothermique de 490° C, caractéristique des terres régénérées, qui est suivie d'un léger crochet endothermique à 750° C et d'un très fort crochet endothermique dissymétrique, commençant à 800° C et se terminant à 935° C, qui correspond à la dissociation de la calcite constituant principal de cet échantillon.

Dans de nombreux cas, le crochet endothermique est suivi par une réaction exothermique rapide qui donne un crochet plus ou moins fort à 950° C environ, correspondant à la réaction des ciments (Chantret et Courtault, 1963).

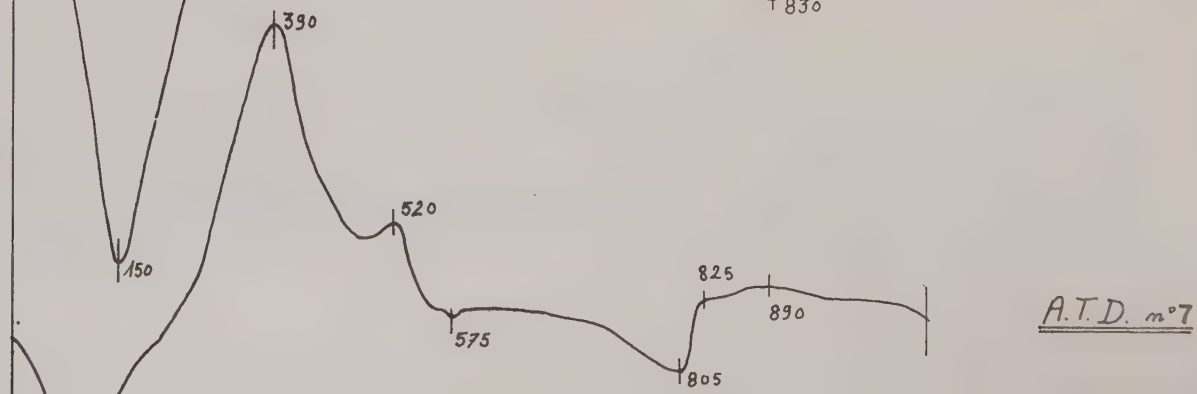
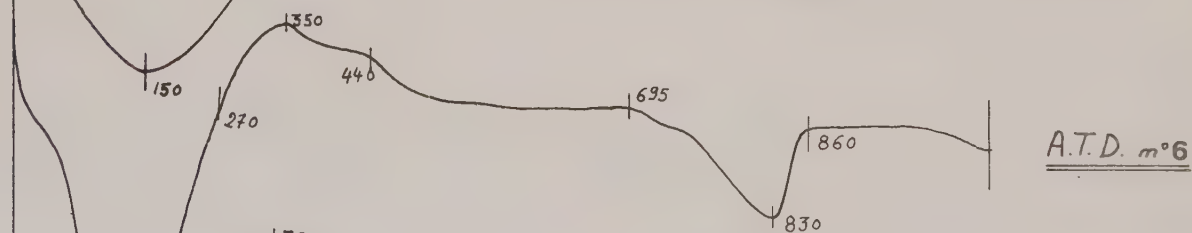
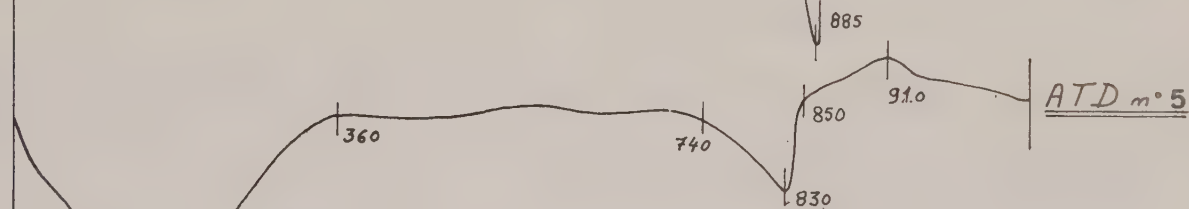
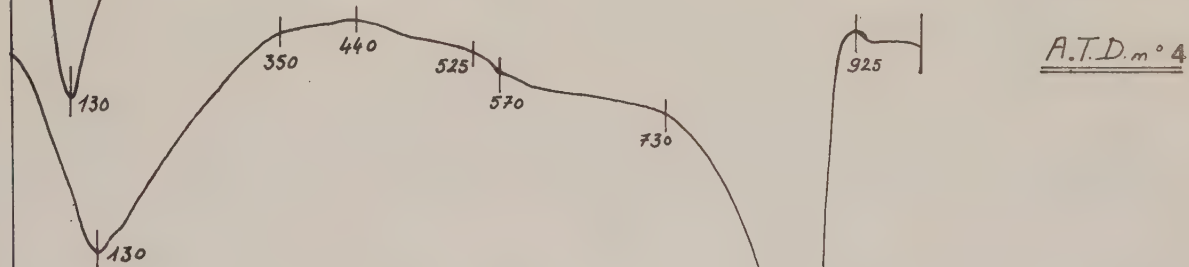
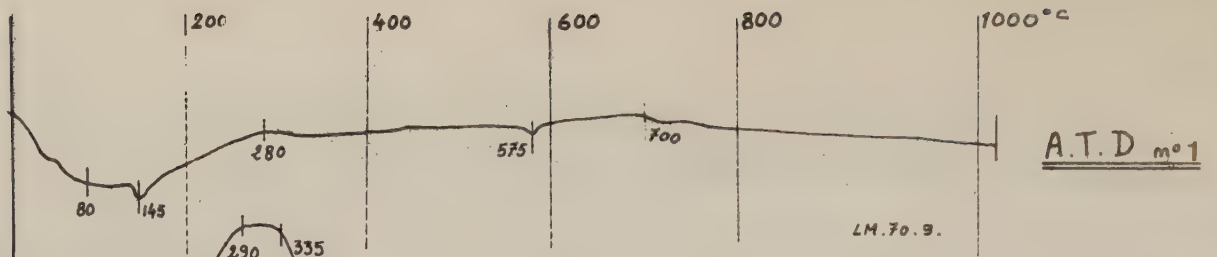
- A.T.D. n° 16 B - Après une attaque à l'acide faible, suivie de rinçages multiples, l'échantillon présente une réaction endothermique de déshydratation accentuée et plus complexe, due à la concentration des phases non carbonatées, suivie d'un crochet endothermique à 330° C, probablement dû à la cristallisation d'éléments colloïdaux. L'endothermie de 510° C est accentuée. La réaction de décarbonatation a disparu laissant la place à un crochet exothermique net à 885° C.

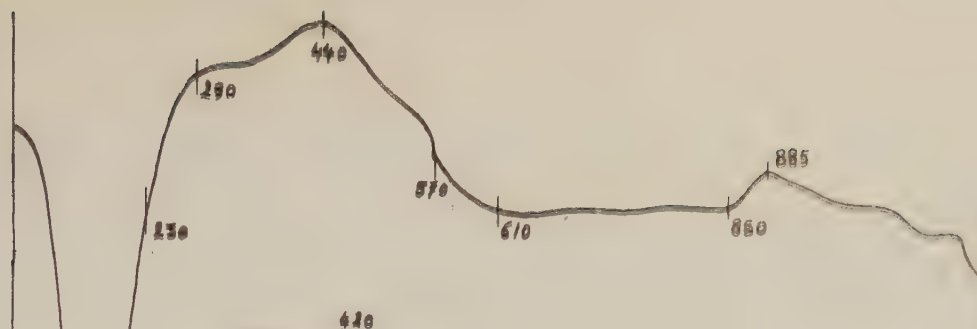
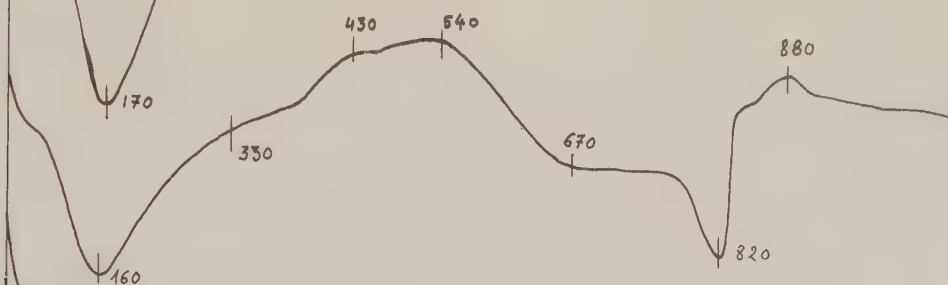
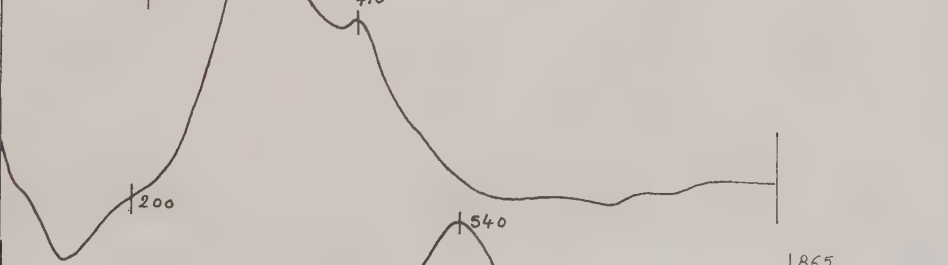
4) Enfin, le crochet exothermique faible, situé entre 800° C et 910° C correspond aux réactions de réorganisation avec recristallisation des minéraux frittés ou régénérés, principalement interstratifiés.

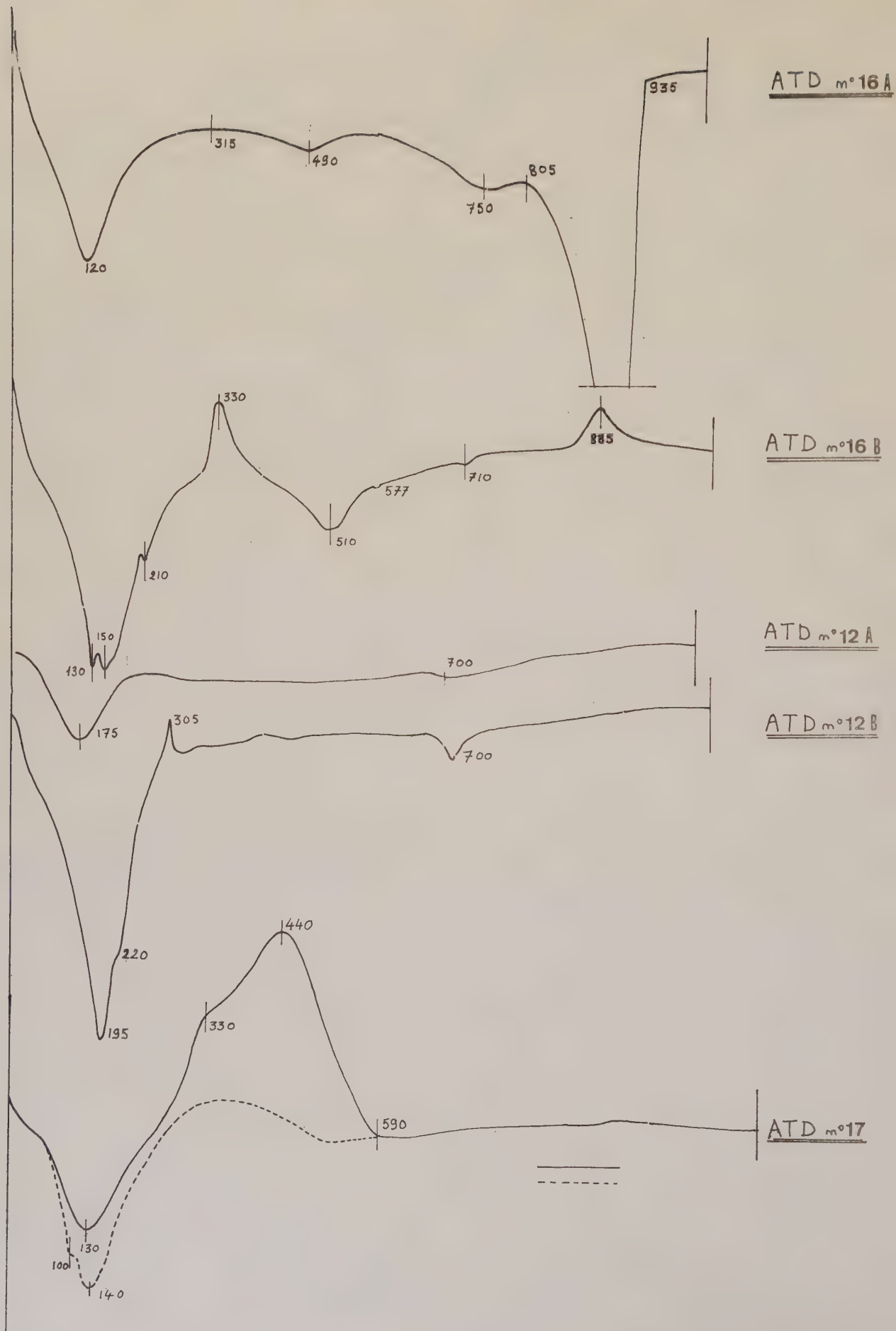
Il y a donc intérêt à concentrer la phase argileuse en détruisant la matière organique, en pratiquant l'attaque acide ménagée des carbonates, enfin en éliminant les éléments détritiques, principalement le quartz, par décantation. Par exemple, une céramique d'aspect altéré (A.T.D. n° 12), avec crochet notable d'hydratation, mais présentant à l'analyse globale une bonne stabilité thermique jusqu'à 1050° C, donne après élimination du quartz, une courbe présentant l'aspect d'un diagramme A.T.D. de smectite, liée à un hydrate ferrique cristallisant probablement vers 300° C (Mackenzie, 1957, p. 308, fig. XII).

En résumé, on peut dire que l'analyse thermique différentielle sur une poudre globale de céramique ancienne ou sur une phase séparée, permet de connaître son état d'hydratation, donc d'altération, ainsi que la proportion approximative et les caractéristiques thermiques des éléments carbonés ou carbonatés qu'elle contient. De plus, l'A.T.D., dans certains cas, permet par l'étude séparée de la "phase argileuse frittée", suivant les phénomènes thermiques subsistant en fin de diagramme, d'apprécier la température approximative de cuisson.

A l'étude thermique différentielle de chauffage, il faudra, pour de nombreux cas, ajouter la courbe de refroidissement, afin de détecter les phénomènes réversibles et réaliser, pour les céramiques carbonées ou carbonatées, des analyses thermopondérales de la pâte concentrée.



A.T.D. m° 10A.T.D. m° 13 AA.T.D. m° 13 BA.T.D. m° 14 AA.T.D. m° 14 BA.T.D. m° 15A.T.D. m° 11



CHAPITRE V

EXAMENS PAR DIFFRACTION DES RAYONS X

La diffraction permet l'identification d'une espèce minérale par la valeur de ses écarts réticulaires.

La propriété qu'ont les réseaux cristallins de diffracter les rayons X permet leur étude au moyen de ceux-ci. Ce phénomène est la conséquence de la similitude des ordres de grandeur entre les longueurs d'ondes de certains rayonnements X et les distances réticulaires des cristaux (de 1,5 Å environ à 14 Å).

Ainsi, un faisceau de rayons monochromatiques X, de longueur d'onde connue, tombant sur une poudre monocristalline, est réfracté en phase pour quelques angles privilégiés d'incidences qui sont fonction des distances réticulaires du cristal.

L'APPAREIL

L'appareil utilisé est un diffractomètre 30 "C.G.R." à goniomètre horizontal, équipé d'un tube fermé à anticathode cobalt et d'un monochromateur à lame courbe de quartz.

Le diffractogramme est obtenu sur enregistreur "Speedomax" MECI.

LA METHODE DES POUDRES

Préparation de l'échantillon. - Il vaut mieux prélever l'échantillon à analyser au coeur du tesson de céramique et conserver, si possible, la gangue terreuse ou concrétionnée, lorsque le fragment n'a pas été nettoyé préalablement, afin de pouvoir déterminer par ailleurs la nature des éléments illuviaux.

A. - Préparation simple

1) L'analyse globale - Le fragment de céramique est broyé en mortier d'agate puis lavé avec H₂O₂ (10 volumes) et rincé à chaud.

2) Analyse des portions séparées - La séparation des constituants a pour but :

- a/ de concentrer les vestiges des structures argileuses ;
- b/ d'étudier séparément les sables ou les éléments dégraissants (Viallette, 1957).

Lorsque la céramique n'est pas homogène, qu'elle comporte des grains minéraux ou lithiques, il est possible d'éliminer ceux-ci lorsqu'entre eux et la pâte qui constitue le "ciment", il y a une différence de dureté.

Le fragment de céramique cassé en trois ou quatre morceaux est mis dans un mortier mécanique à agitation, sans bille d'acier, ce qui réalise une auto-usure au cours de laquelle la pâte est pulvérisée ; le "sable" libéré est d'abord éliminé par tamisage, par décantation à l'eau et séchage sur verre de montre puis sur plaque chauffante à 60° C. On obtient rapidement, en zone périphérique et en surface, les éléments fins, les éléments plus gros se concentrent au fond de la zone centrale.

Lorsque l'échantillon céramique est trop petit et ne peut être partagé, il est préférable de "l'user" à la main en mortier d'agate en évitant de l'écraser ou de le broyer sur un verre poli.

B. - Attaque mécanique et acide de l'échantillon

La poudre globale, ou en portions séparées, est étudiée soit directement, soit après les traitements suivants :

1°) Attaque à l'eau oxygénée concentrée. - Elle a pour but la dissociation mécanique des agrégats de la pâte, la suppression partielle des gels et des sels adsorbés, par attaques répétées, la disparition des imprégnations de corps organiques.

L'attaque simple à l'eau oxygénée (Giffer 30 vol.) sur l'échantillon passé à l'étuve à 110°, provoque une dissociation mécanique des agrégats de la pâte, ainsi qu'une rapide attaque acide avec déplacement des cations adsorbés.

Les réactions chimiques entraînent, dans certains cas, une variation du pH de l'eau oxygénée de 2,5 à 9-10. Cette préparation peut sécher directement sur platine ou être rincée à l'eau distillée, décantée ou filtrée : le filtrat peut servir à l'analyse qualitative des alcalins solubles - voir chapitre "chimie".

Lorsque la suspension est séchée sans rinçage, on obtient sur le verre de montre, en périphérie, un sel cristallisé, mêlé à des composants amorphes.

2°) Attaque à l'acide (ClH N/10 ou acétique N/10). - Elle a pour but la décarbonatation de l'échantillon, ce qui entraîne la concentration des autres éléments.

C. - Présentation de la poudre

Avant d'être soumise au faisceau de rayons X, la poudre est étalée sur une lame de verre dépoli de 30 x 45 mm.

La poudre globale, en vue des dosages semi-quantitatifs, peut être également présentée dans une fenêtre de cuivre et maintenue par son seul compactage. Cette technique permet la réalisation d'un échantillon orienté et de surface plane.

Compte tenu des qualités d'adhérence de la poudre sur le verre d'une part, et les résultats que l'on veut obtenir d'autre part, les techniques de présentation de la poudre sont différentes :

1°) Les lames de poudres non orientées. - Les poudres non orientées donnent un diffractogramme global semi-quantitatif des constituants importants à structure régulière.

Les poudres de céramique qui présentent une bonne adhérence sont étalées à sec. Lorsque cette opération est difficile, on réalise une pâte en liant la poudre avec un liquide volatil (alcool - acétone).

2°) Les lames de poudres orientées. - Les poudres orientées donnent un renforcement de l'intensité de la diffraction pour les minéraux possédant une structure en feuillets ou un plan de clivage dominant.

Les lames de poudres orientées sont réalisées soit par voie humide, par décantation et séchage d'une suspension aqueuse, soit par voie sèche. Dans ce cas, la poudre "porphyrisée" est étalée à la spatule, puis répartie sur toute la surface de la lame et lissée. Le brunissage de la surface est réalisée par des frottements répétés suivant la longueur et la largeur, avec pression légère au moyen d'un cylindre de verre. Dans le cas des analyses présentes, nous avons utilisé un tube à hémolyse de 70 mm sur 12 mm de diamètre.

Pour l'étude de la céramique, la méthode d'orientation par "voie sèche" donne de meilleurs résultats, sans doute parce qu'elle fournit des lames plus chargées en poudre et qu'elle produit un "surbroyage des agrégats".

LES RESULTATS

A - Les poudres globales de céramique ou d'engobe épais de la céramique ancienne

Les diagrammes globaux de diffraction X sur poudre non orientée sont réalisés sous des angles Θ allant de 1° , 5 à 25° .

Les diagrammes de céramique ancienne présentent des séries de pics étroits ou en dômes plus ou moins nombreux qui donnent, pour chaque céramique, une courbe caractéristique, dont l'interprétation est délicate, en sorte que, dans l'étude qui suit, je distinguerai les pics bien définis qui autorisent l'identification d'un minéral, des pics diffus et faibles, correspondant à des cristallisations imparfaites.

Les minéraux

Parmi les minéraux bien déterminables, il y a en premier lieu le quartz. Celui-ci est, dans certains cas, le seul élément cristallisé de la céramique ; la diffusion X est, quelquefois, le seul mode de détection de ce minéral.

Les pics observés couramment sont ceux de :

4, 24 Å ; 3, 35 Å ; 2, 45 Å ; 2, 285 Å ; 2, 129 Å.

Exemple : R X figure 1 - Céramique Base ring - Syrie du Nord.

Le diagramme ne présente aucune diffraction notable avant le pic du quartz de 4, 24 Å qui est net, bien qu'élargi à la base, il est suivi du pic de 3, 35 Å, ensuite, la diffraction est faible.

Les feldspaths :

Exemple : Céramique la Tène III d'Alise Sainte Reine (RX n° A 12). Fig. 2.

Le diagramme présente, en plus du quartz, l'ensemble des pics des feldspaths avec les pics 2, 99 Å et 2, 92 Å bien développés, qui caractérisent l'orthose.

Les micas :

Les micas, lorsqu'ils sont en faible proportion, ne sont pas séparables des phyllites argileuses déshydratées qui composent souvent la majeure partie de la masse de la céramique. Cependant, il existe de rares céramiques, riches en séricite, muscovite ou biotite, donnant des pics forts et étroits pour les plans principaux, aux alentours de 10 Å et de 11 Å.

Exemple : RX figure 3 - céramique grise de l'Elbburz - R. X. 70-2

Le diagramme ne présente aucun pic avant celui correspondant aux micas ou à l'illite fritté de cette céramique ; le second constituant dominant est le quartz.

Les pyroxènes :

Jusqu'alors, dans les nombreux échantillons analysés, aucun n'est apparu assez riche en grains de pyroxène pour donner un diffractogramme caractéristique de ce groupe de minéraux.

L'amphibole, par contre, peut être un constituant majeur de la céramique. D'après les échantillons étudiés, un minéral aciculaire, rubéfié, qui était indéterminable au microscope, se caractérise à l'examen diffractométrique par des écarts réticulaires propres aux amphiboles de la série "actinote - ferroactinote".

Exemple : RX figure 4 - Monochrome ware ASC n° RX 69-45

Les deux premiers pics de ce diagramme sont peu nets (traces d'illite et de chlorite ?) ; la cristallisation dominante, en dehors du quartz, est une amphibole dont le pic principal est à 8,48 Å, suivi de pics à 3,29 Å, 3,12 Å, 2,95 Å, 2,81 Å, 2,71 Å.

Les carbonates

Dans la céramique ancienne, le carbonate le plus fréquent est la calcite, quelquefois mêlée à la dolomie. La dolomie, seule, est rare dans les séries étudiées.

Les autres carbonates n'ont pas encore été détectés avec certitude.

Exemple : RX figure 5 - Tell-Farah - Céramique Ghassoulienne - RX F 9.

Céramique composée principalement de calcite ; les pics caractéristiques observables sont à 3,84 Å ; 3,03 Å ; 2,49 Å ; 2,28 Å ; 2,10 Å ; 1,920 Å ; 1,870 Å.

Exemple : RX figure 6 - Byblos néolithique - RX n° 70-100.

Après une bosse autour de 10 Å et les pics principaux du quartz, la cristallisation dominante est la dolomie, accompagnée d'un pic pour un angle Θ de 17° environ, non identifié.

B - Cristallisations imparfaites

Parmi les cristallisations présentant un diagramme à pics peu nets, trop faibles ou en nombre incomplet pour la détermination, je distinguerai deux types :

1) Celles qui donnent des pics pour des angles faibles Θ .

Les pics observés correspondent aux écarts réticulaires suivants (fig. 7) :

- 17,86 Å (pic isolé et faible)
- 13,86 à 13,42 Å (pics en séries)
- 12,82 Å
- 12,21 à 11,8 Å (pics en séries)

Ensuite, on a tantôt un pic large peu intense, de 10,57 Å à 9,50 Å avec sommet à 10 Å - 9,90 Å, tantôt une diffraction donnant une bosse ou un dôme de 11,40 Å à 9,33 Å, précédée fréquemment par une diffraction légère et continue des 18 Å (fig. 8).

Après 8,41 Å, valeur du premier pic, de l'amphibole citée ci-dessus, on n'observe que très rarement des structures présentant un écart voisin de 7 Å. Une céramique unique présente un minéral donnant 7,21 Å un pic étalé. Enfin, de 7,97 Å à 8,17 Å apparaît un pic faible qui semble en rapport avec le pic principal de 3,13 Å à 3,22 Å, dû à des feldspaths non déterminables (fig. 9) (Minyan ware).

Lors de l'étude des cristallisations ayant leur pic principal dans les petits angles Θ 2,5° à 8°, en dehors des minéraux solubles faciles à éliminer, étudiés plus loin, il faut distinguer les structures de phyllites incomplètement détruites par la chaleur et autres minéraux de synthèse résistant à un chauffage de 550°, des éléments argileux interstratifiés et smectiques probablement néoformés ou régénérés au sein des céramiques anciennes, dont les pics sont déplacés ou effacés par un traitement complémentaire de l'échantillon (glycol, échange de cations, chauffage à 200-300°, etc...) (RX. fig. 11 ter).

Nous avons vu que, parmi les cristallisations dont l'angle de diffraction principal est faible, nous trouvons des éléments solubles qui se sont mêlés à la portion la plus tendre et la moins dense de l'échantillon céramique et qui donnent, après séchage à 60° des éléments minéraux ou organiques partiellement cristallisés ayant un pic principal fort et net à 7,61 Å dans la presque totalité des cas (fig. 9) ; le pic de sels à 6,04 Å est rare.

2) a - Des pics importants pour des angles Θ de 17 à 22°, ne permettent pas de détermination précise de minéraux. Les structures peu organisées ou désorganisées, présentent les écarts suivants : 2,99 Å à 2,45 Å. Le tableau ci-après comprend quelques diagrammes de céramiques offrant ces séries de pics. (voir le tableau page suivante).

Exemples : - céramique de période Obéïd - Syrie (RX n° O B 1) RX. fig. 10 .
 - céramique de style mycénien III A² - Chypre Enkomi - Chantier du service des Antiquités de Chypre (RX n° E 92) RX Fig 11.
 - céramique de style mycénien III C¹ - Enkomi (chantier du service des Antiquités de Chypre). RX Fig. 12.

La caractéristique des pics de ces deux groupes (angles 17° à 22°) est qu'ils ne sont pratiquement pas déplacés ni affaiblis par la chaleur, d'après les vérifications qui ont pu être réalisées sur des produits de calcination d'A. T. D. (1 025°).

Ce sont donc des cristallisations imparfaites et multiples, stables à température élevée.

b - Signalons enfin un pic isolé, plus net, propre aux céramiques rouges ou orange-vif, qui se situe à 2,68 Å.

Exemple : La céramique d'Alise Sainte Reine.

Le diagramme présente une bosse située à 7,31 Å ainsi qu'à 4,14 Å et 3,74 Å.

On peut observer ensuite les pics du quartz qui est l'élément cristallisé dominant, les écarts de 3,04 Å à 2,83 Å présentent des phénomènes de diffraction diffus ; le pic de 2,68 Å est bien marqué, isolé, il présente des faces très accidentées et un sommet peu net. Il est suivi de cristallisation diffuse de 2,57 Å à 2,45 Å environ.

EXEMPLES:

Pics principaux pour les angles θ : 17 à 22°

Ecart en Å:

Céramiques:

Mycénocrétoise C.S.

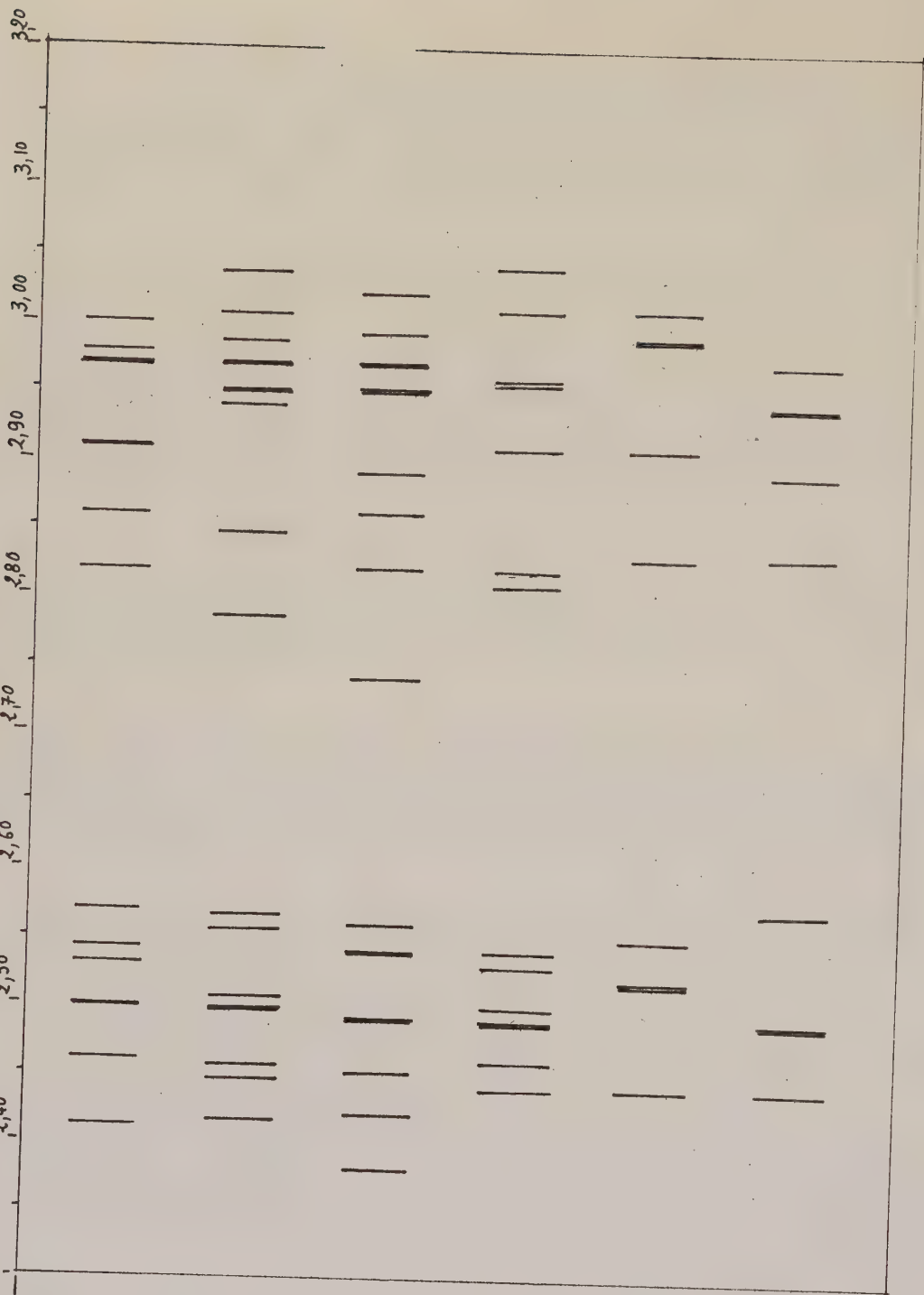
Mycénocrétoise B1.

Mycénienne B7.

Mycénienne III C1 (E92.)

El obaid.

B.18. (Traité.)



ETUDE DES SURFACES

Examen des surfaces des céramiques anciennes

1) Les surfaces luisantes ou "vénies".

L'échantillon de céramique destiné aux études de surface ne subit aucun traitement particulier ; les difficultés pour obtenir un diagramme valable sont dues au fait que les surfaces des céramiques dont on dispose sont rarement planes. Les essais réalisés jusqu'alors ont été décevants : ainsi, une céramique lustrée, très brillante, n'a fourni que le diagramme du quartz, tandis qu'un vernis dévitrifié à l'antique de céramique sigillée n'offre, par rapport à la pâte, qu'un léger renforcement du pic de 2,68 Å.

2) Etude d'une surface imprégnée de produits carbonés "carbonisés"

Exemple : céramique dite de Kirbat Kerak (RX : 70 216) Beth Yerah. RX Fig. 9 bis.

a - Préparation d'une surface plane par usure pour l'obtention d'un diagramme de la pâte massive (A). Pour le diagramme B, l'échantillon est présenté suivant une surface la plus plane possible, très brillante, noire, réalisée par le potier antique.

b - Résultats : le diagramme B présente, par rapport au diagramme A, deux renforcements de la diffraction à 18,05 Å, de 13,82 Å et de 12,06 Å, ainsi qu'une amplification diffuse de 20,75 Å à 9,08 Å.

Le diagramme A présente deux pics plus faibles à 15,30 Å et 10,36 Å.

Ces différences indiquent sans doute des orientations préférentielles des phyllosilicates imprégnés, résultant du lustrage de surface qui n'apparaissent pas dans le cœur de la pâte.

RX - CONCLUSION :

L'examen diffractométrique aux RX de la céramique ancienne permet, d'une part, d'obtenir un diagramme global caractéristique d'une céramique, d'autre part, de déterminer des minéraux particuliers isolables, qui ne sont pas identifiables en lames minces ; enfin, d'étudier la nature des "pâtes" de céramique.

On peut distinguer :

a) Les pâtes frittées, qui correspondent à un chauffage modéré d'éléments phylliteux thermiquement résistants qui présentent des vestiges de structures argileuses.

RX. Fig. 13.

b) Les pâtes "semi-vitrifiées", fortement désorganisées, donc sans diffraction notable, et résultant soit d'un frittage modéré des minéraux kaoliniques, soit du chauffage élevé d'argiles illitiques "grésantes".

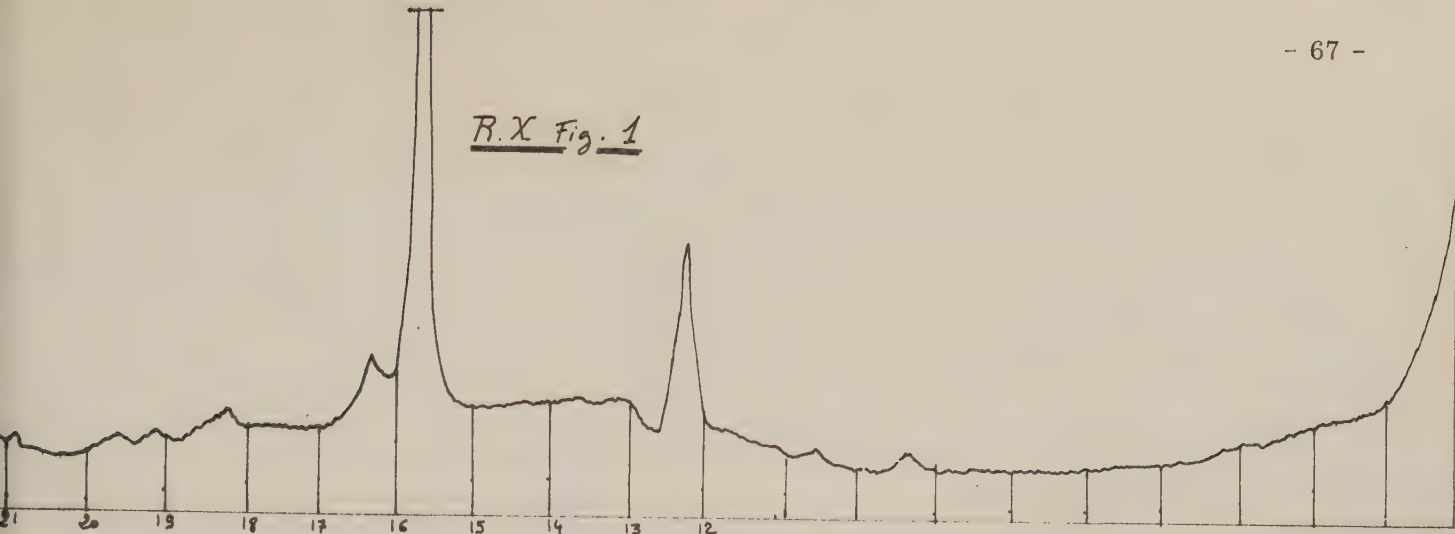
c) Des pâtes recristallisées par le chauffage élevé (900° C - 1 100° C en général), présentent des cristallisations stables, mais imparfaites, résultant probablement d'une réorganisation incomplète soit d'argiles hyperalumineuses ou magnésiennes, soit de la combinaison des silicates d'alumine avec les alcalins-terreux des carbonates.

d) Des pâtes très affectées par l'altération ou "vieillissement" qui présentent des phases amorphes et hydratées importantes, cristallisant en chauffage, ainsi que des produits argileux régénérés (allophane, smectite, interstratifié irrégulier) néoformés à partir d'une pâte céramique frittée, semi-vitreuse ou recristallisée.

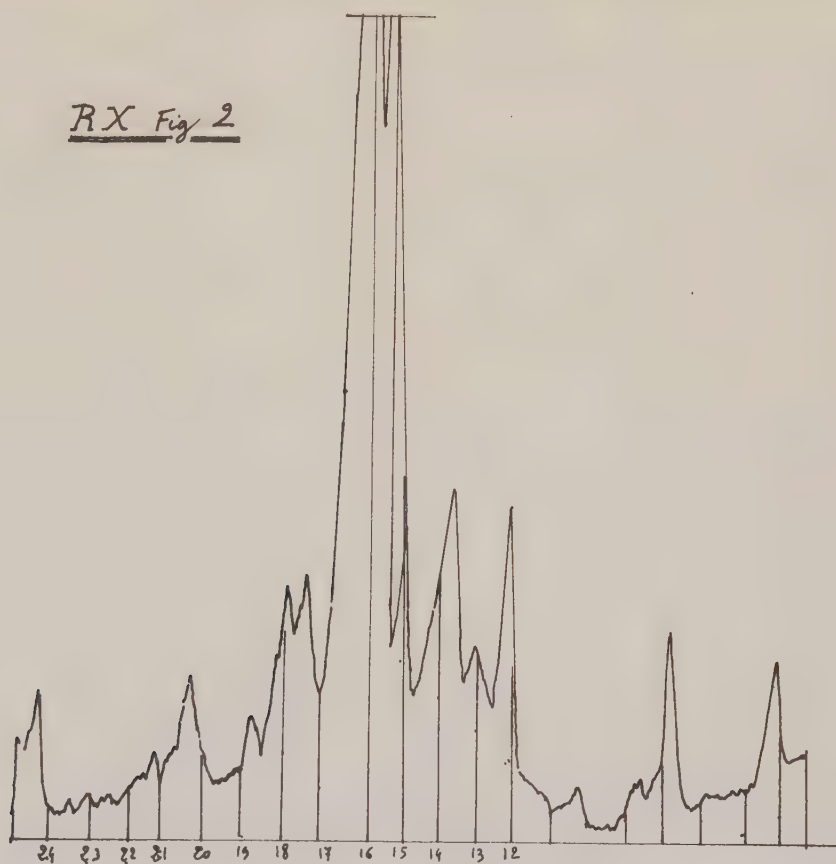
Enfin, au cours des essais de reconstitution des techniques de fabrication des potiers anciens, l'analyse diffractométrique permet un contrôle continu de l'état physique des produits expérimentés (voir chapitre 7). Photo VII, p. 23.



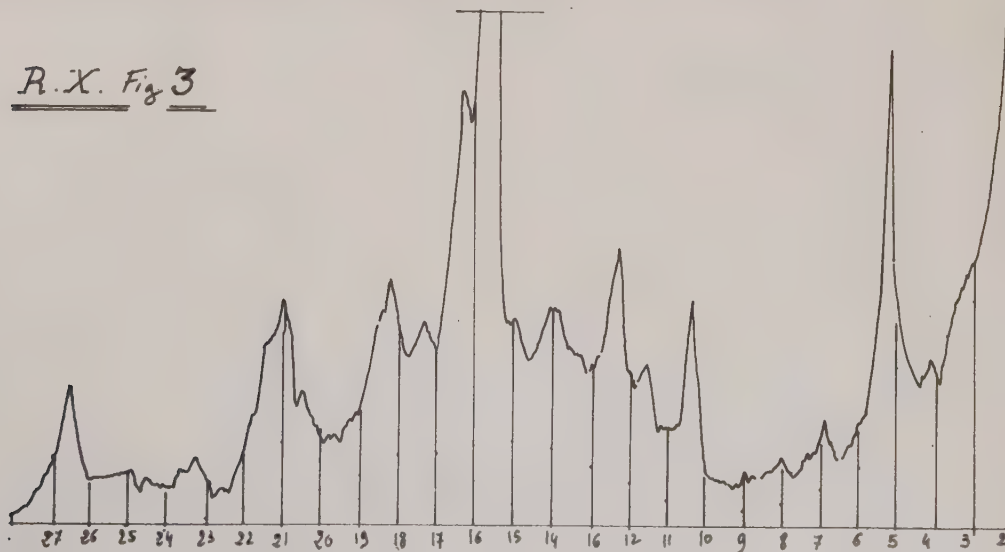
R.X Fig. 1



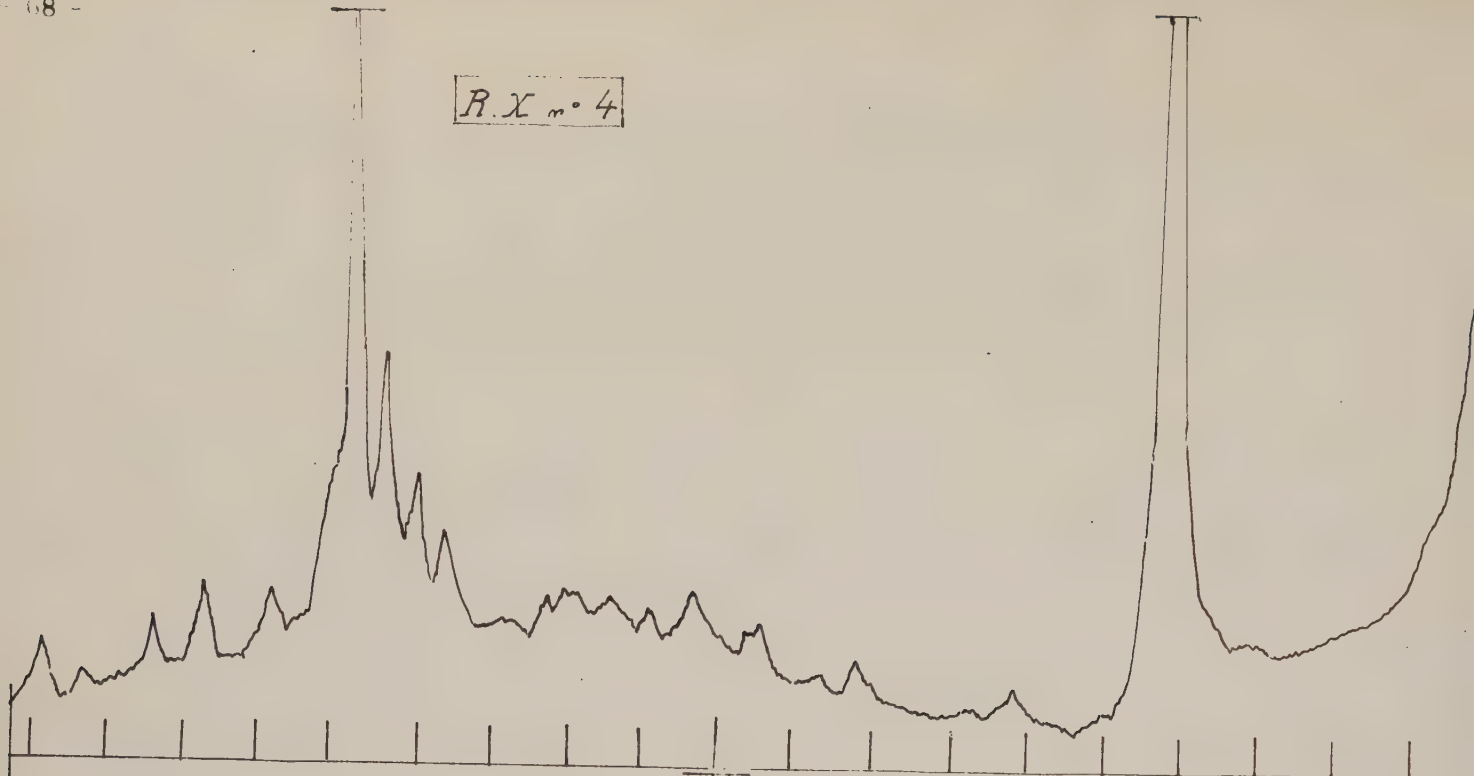
R.X Fig. 2



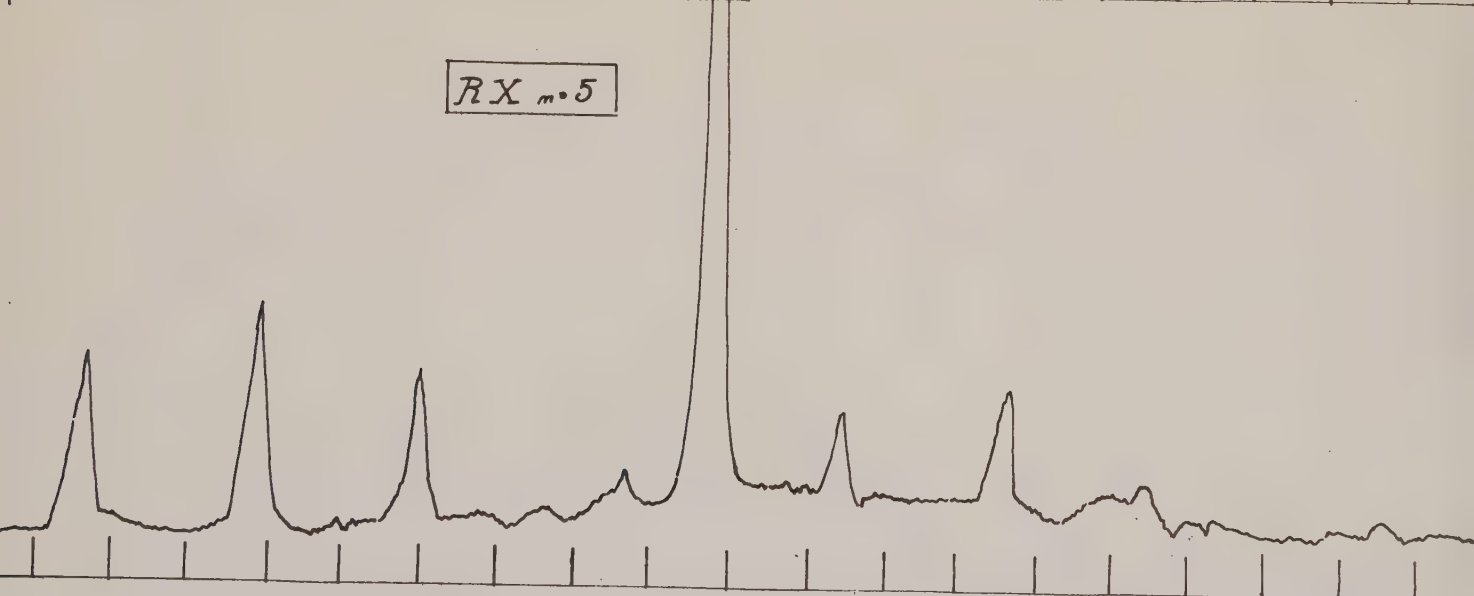
R.X. Fig 3



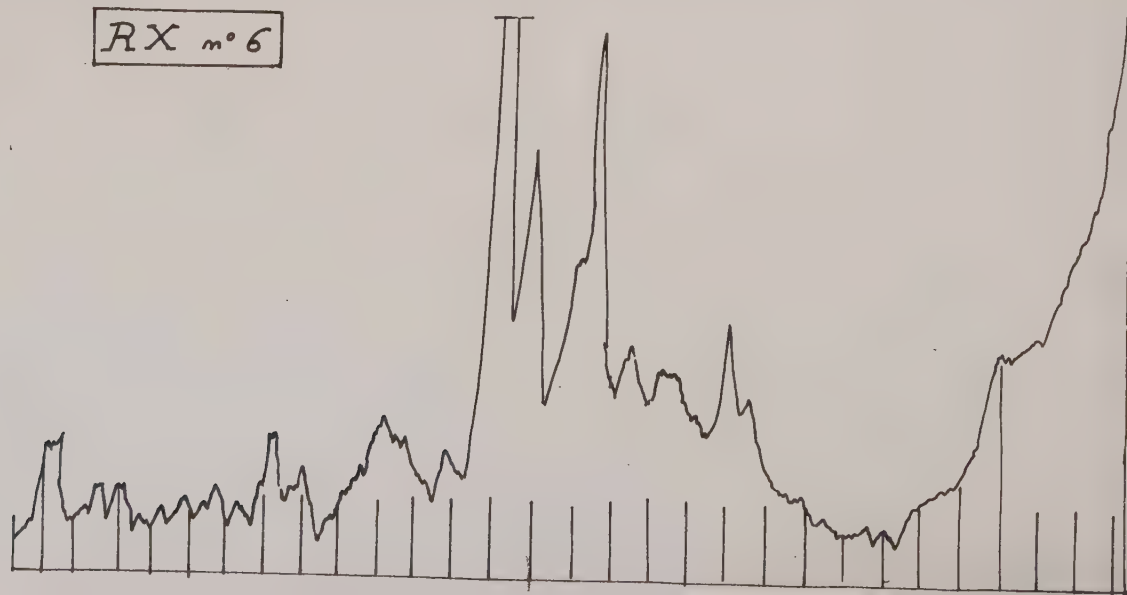
$RX_{m \cdot 4}$



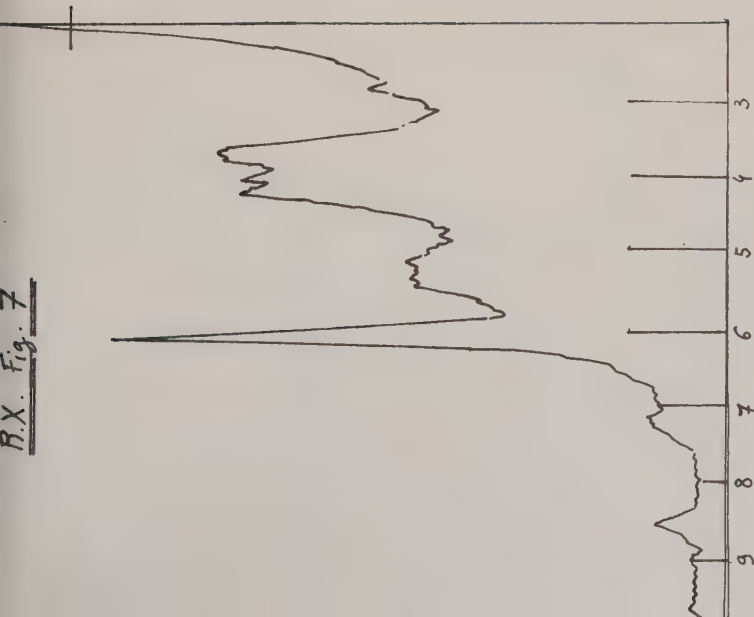
$RX_{m \cdot 5}$



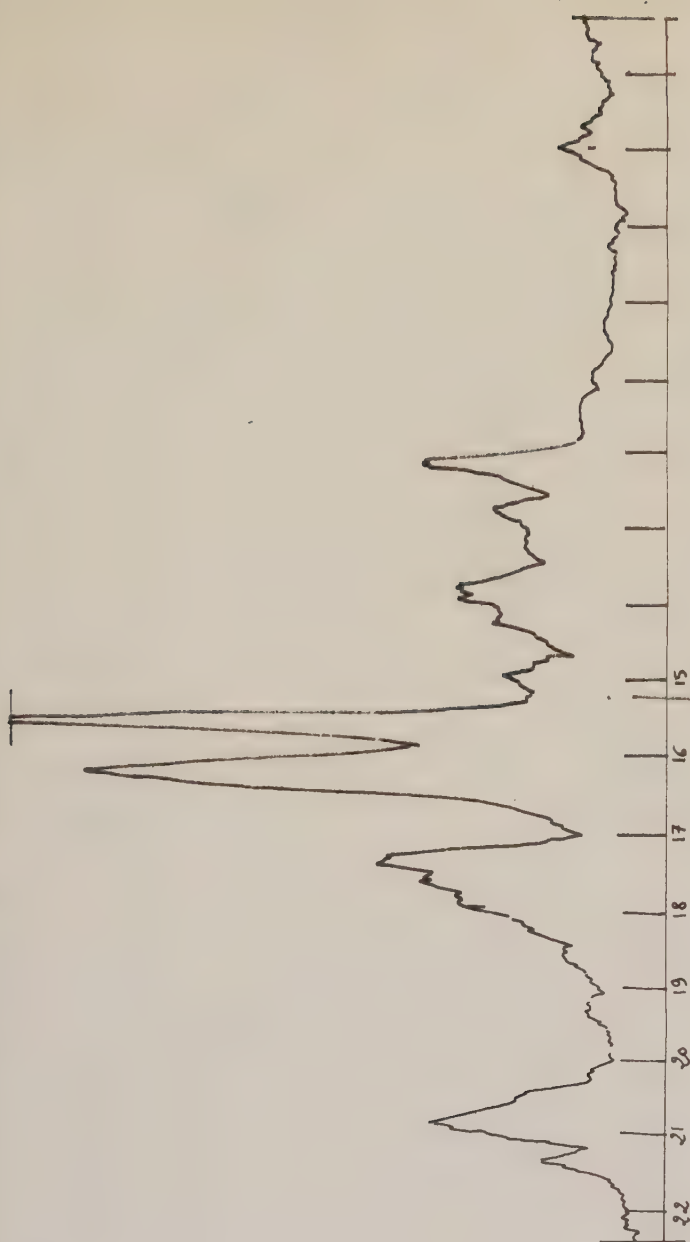
$RX_{m \cdot 6}$



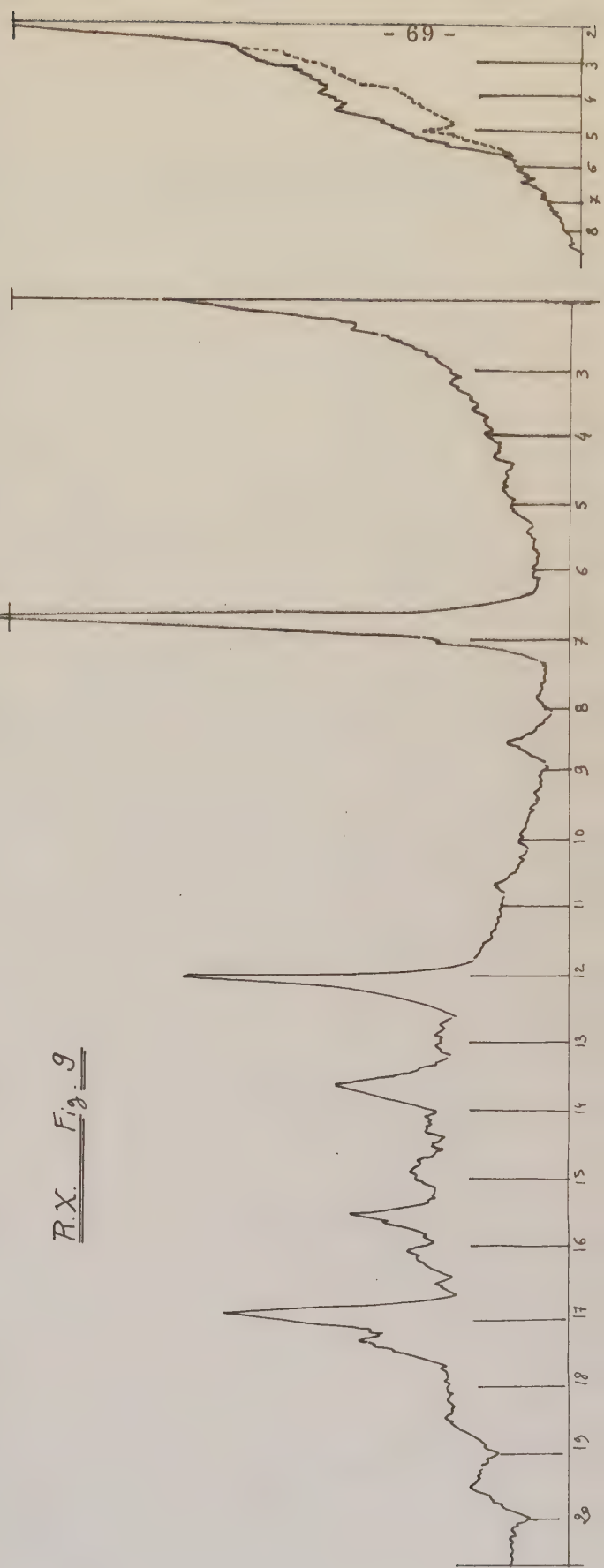
R.X. Fig. 7



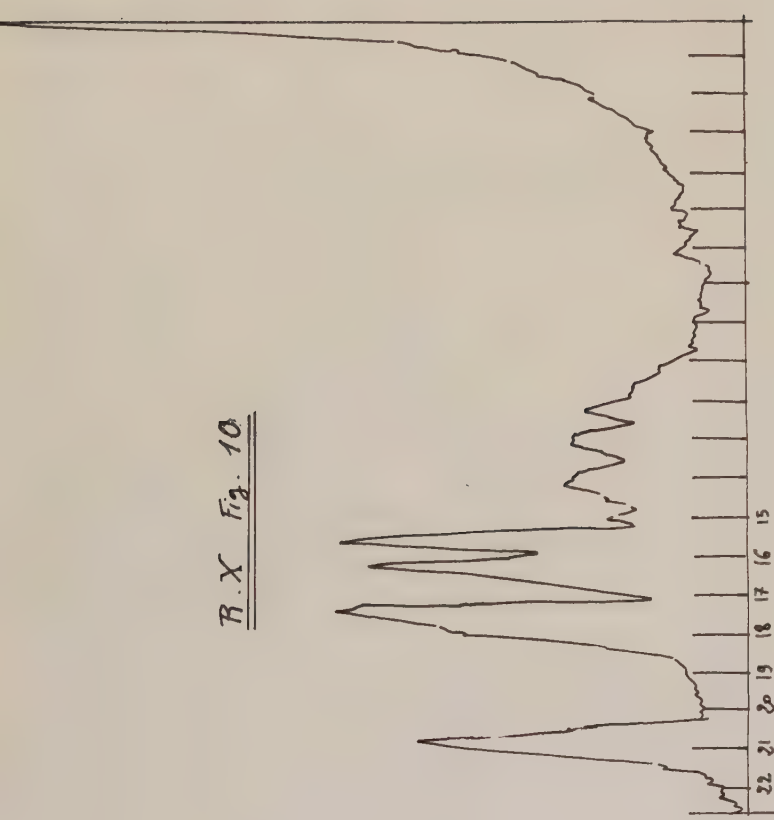
R.X. Fig. 8



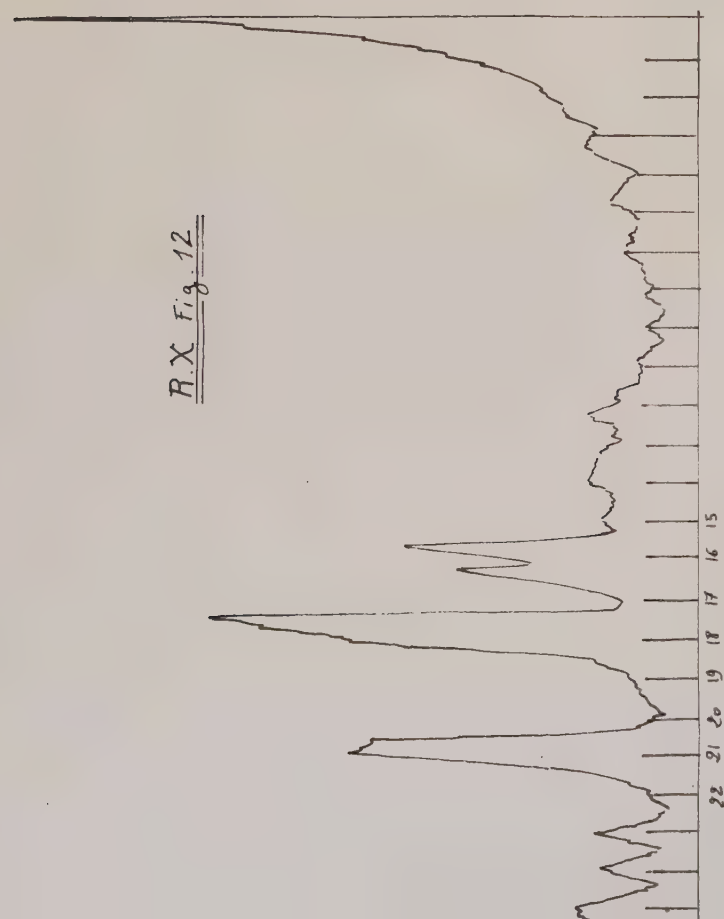
R.X. Fig. 9



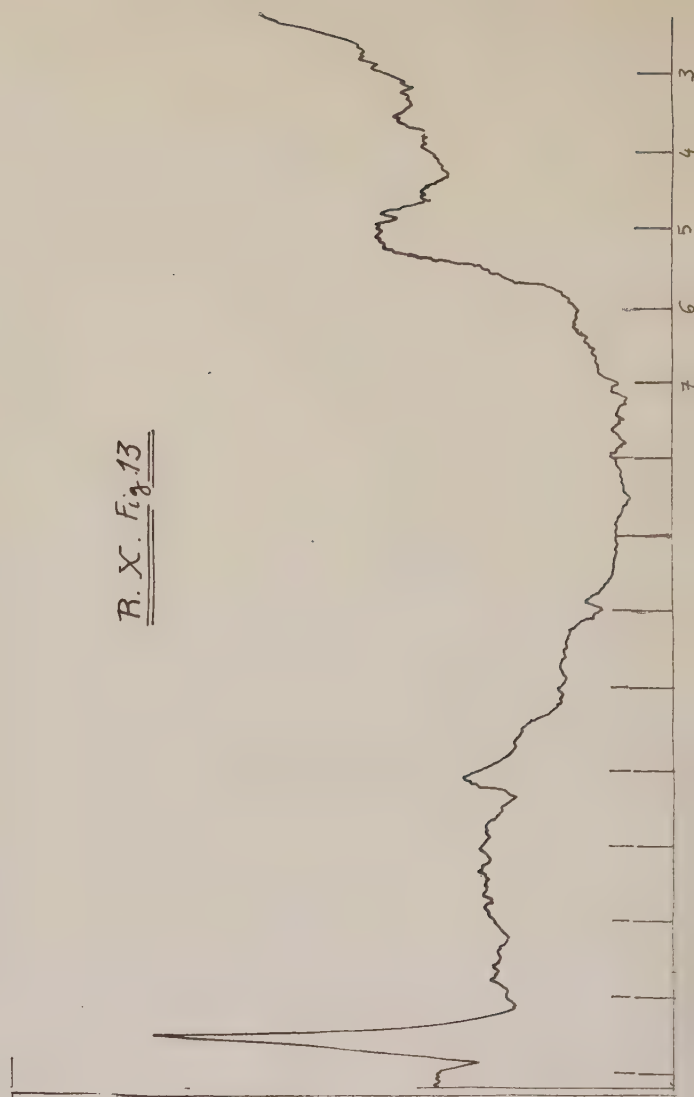
R.X. Fig. 10



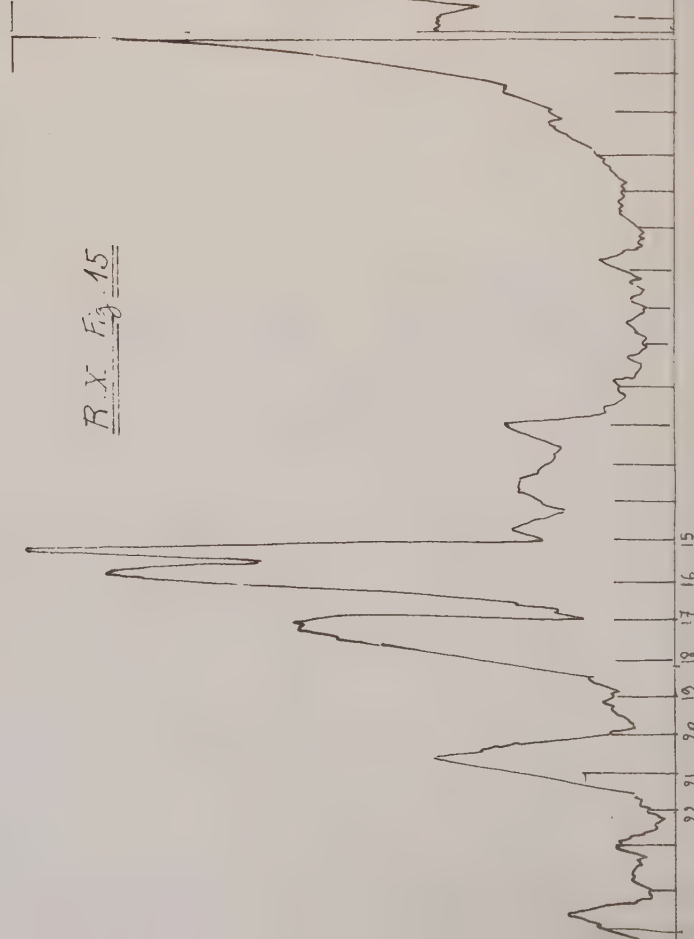
R.X. Fig. 12



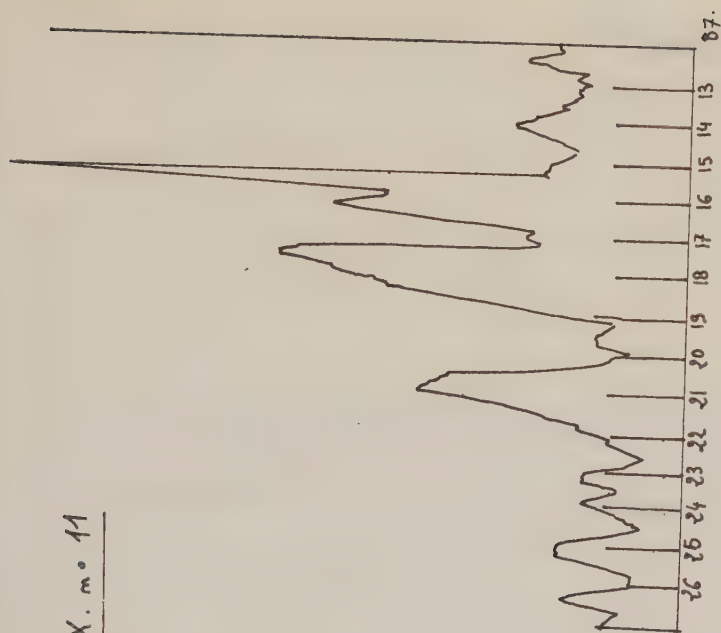
R.X. Fig. 13



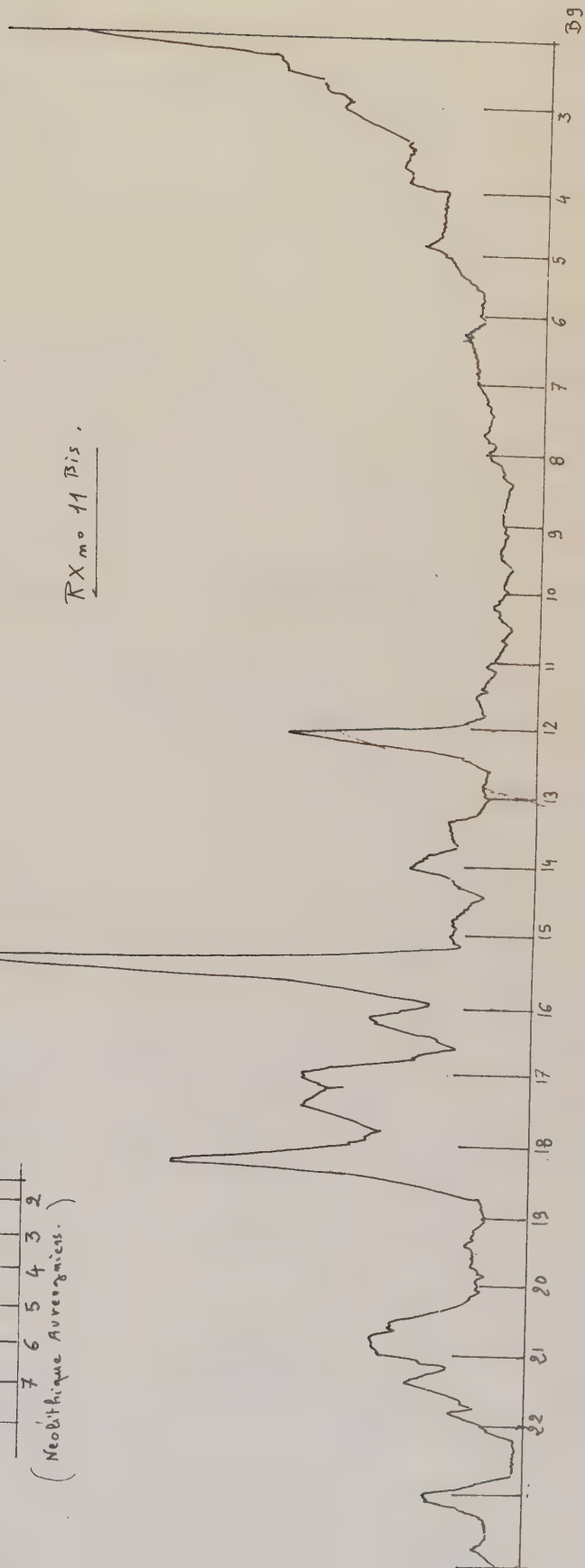
R.X. Fig. 15



RX. m. 11

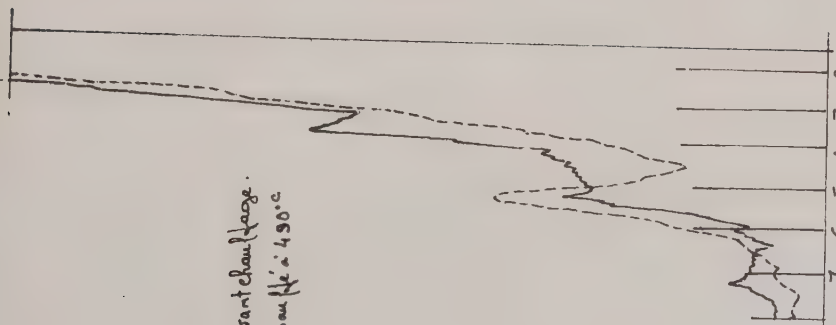


RX m. 11 Bis.



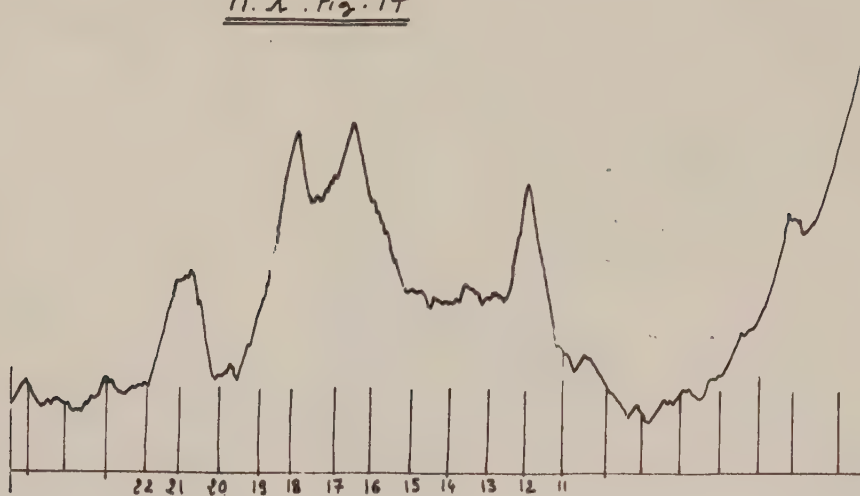
— Avant chauffage.
 --- Chauffé à 450°C.

(Neolithique Auroignien.)



L'EXPERIMENTATION

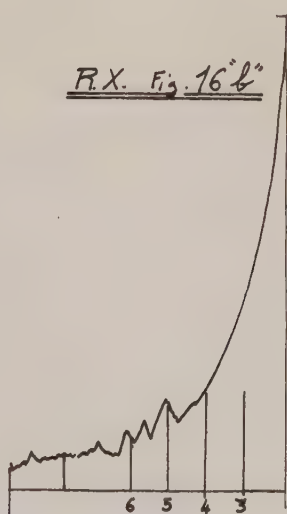
R. X. Fig. 14



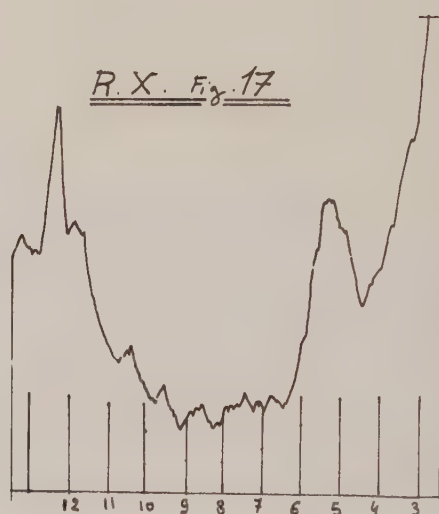
R. X. Fig. 16'a



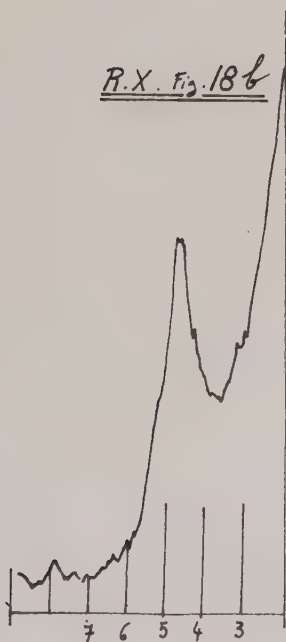
R. X. Fig. 16'b



R. X. Fig. 17



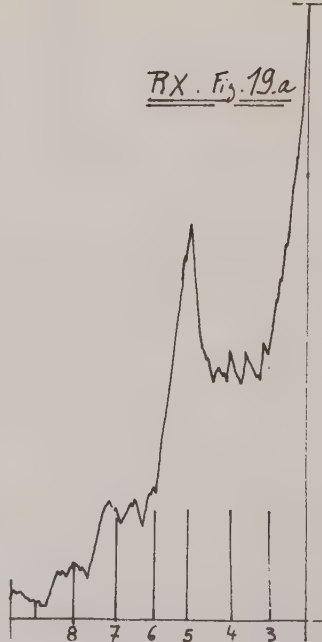
R. X. Fig. 18b



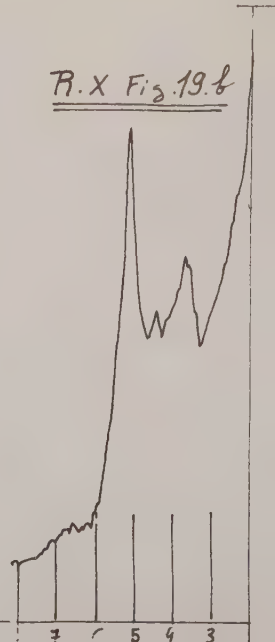
R. X. Fig. 18a



R. X. Fig. 19.a



R. X. Fig. 19.b



CHAPITRE VI

L'ANALYSE CHIMIQUE DES ELEMENTS MAJEURS ET DES TRACES

Cette analyse donne les caractéristiques chimiques d'une pâte céramique, c'est-à-dire de sa portion argileuse et de ses éléments dégraissants.

I - LES TECHNIQUES DE L'ANALYSE CHIMIQUE

A. - Analyse chimique des éléments majeurs

Technique utilisée. - L'échantillon est séché à l'étuve à 120° pendant 24 heures, puis réduit en poudre fine.

Le dosage de la silice est réalisé par fusion alcaline de 0,500 gramme de poudre, en creuset de platine, sur bec mecker, à peu près de 1200° C ; le culot est attaqué à $\text{ClH} + \text{H}_2\text{O}$. La silice est déshydratée par chauffage à 150°, filtrée, calcinée, pesée.

La somme des sesquioxydes (alumine + fer + titane + phosphore) est précipitée à partir de la liqueur provenant de l'attaque fluorhydrique - perchlorique. Les oxydes sont précipités à NH_4OH à pH 8, filtrés, calcinés, pesés.

Le dosage des alcalins (Na/K) est obtenu par mesure photométrique sur la liqueur préparée pour la somme des oxydes.

Ca est précipité par l'oxalate d'ammonium à pH 4 dans le filtrat de la somme des oxydes, transformé en sulfate, calciné, pesé.

Mg est précipité par le phosphate d'ammonium dans le filtrat de Ca, en présence d'ammoniaque, sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien. Celui-ci est transformé en pyrophosphate de Mg par calcination, puis pesé.

Le fer ferreux est dosé sur 0,400 gramme de poudre ; celle-ci est attaquée par un mélange fluorhydrique-sulfurique ; le dosage est effectué en oxydant FeO par le bichromate de potassium en présence d'un indicatif coloré (diphénylamine sulfonate de Na).

Le fer total est dosé aussi sur 0,400 gramme de poudre.

Tout le fer est réduit à l'état ferreux par le chlorure stanneux ; l'excès de ce réactif est neutralisé par le chlorure mercurique. Le dosage est effectué comme pour le fer ferreux.

Par différence du fer total moins le fer ferreux, on obtient le fer ferrique.

Titane et manganèse. - Ils sont dosés sur 0,500 gramme de poudre, après une attaque fluorhydrique-sulfurique. Le jaune de titane est obtenu par action de l'eau oxygénée ; la liqueur est dosée au colorimètre, réglé à 4300 Å. Le permanganate est obtenu par action du périodate de K ; la liqueur est dosée colorimètre réglé à 5200 Å.

CO₂ est dosé volumétriquement après attaque de l'échantillon à l'acide chlorhydrique dans un calcimètre.

Le carbone qui se trouve parfois dans les céramiques à l'état libre, peut être récupéré par filtration après attaque fluorhydrique, séché et pesé.

H₂O : le poids de l'eau condensée dans un tube fermé après chauffage à 1000° de 0,2 gramme d'échantillon, est obtenu par différence entre le poids du tube contenant l'eau de condensation et celui du tube séché à l'étuve.

B. - Dosages quantitatifs des éléments traces

Principe du dosage (1). - La méthode utilisée pour ces dosages est celle de la standardisation interne complétée par un étalonnage externe (C. Jamond, 1961).

Technique du dosage. -

1°) Eléments dosés : après une étude qualitative des échantillons considérés, les éléments traces retenus pour les dosages quantitatifs sont : le Bore, le Plomb, l'Etain, l'Argent, le Cuivre, le Gallium, le Molybdène, le Cobalt, le Nickel et le Chrome. L'élément de référence est le Palladium.

Les raies utilisées ont pour longueur d'onde :

B : 2496 Å	Ga : 2943 Å	
Pb : 2833 Å	Mo : 3170 Å	
Sn : 2839 Å	Co : 3453 Å	Pd : 3421 Å
Ag : 3280 Å	Ni : 3414 Å	
Cu : 3273 Å	Cr : 2835 Å	

2°) Préparation des échantillons : Les échantillons sont cassés grossièrement en mortier d'agate puis broyé très finement (Ø des grains < 70 - 75µ) au broyeur mécanique à cuve d'agate, type "Morrice", fabriqué par la Manufacture anglaise Thomas Dryden. Les échantillons sont alors mélangés avec du carbonate de sodium contenant le Palladium à la concentration de 116 γ/g, ce qui constitue le Standard Interne, et avec de la poudre de graphite qualité 208, Carbone Lorraine, dans les proportions suivantes :

- 1 partie en poids d'échantillon
- 1 partie en poids de carbonate de Na avec Pd
- 1/2 partie en poids de poudre de graphite

Ces mélanges sont introduits dans les électrodes puis étudiés au spectrographe.

3°) Etude du spectrographe : Le spectrographe utilisé est un Jobin-Yvon, modèle Z₃. Il est alimenté en courant continu par une source Dürr, type MSU/637. Les électrodes de graphite de qualité 208, fabrication Carbone-Lorraine, ont un diamètre extérieur de 6,15 mm, l'anode inférieure a une cavité de 4 mm de profondeur

(1) Texte établi par Madame C. Jamond - Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

sur 3 mm de diamètre, la contre-électrode est taillée en cône à 60°. Ces électrodes sont placées dans une enceinte en quartz dans laquelle on introduit un courant d'argon lors du passage de l'arc, le débit du gaz est de 51/minute. L'anode est également refroidie par une circulation d'eau. L'évaporation est anodique.

La fente du spectrographe est réglée à 15 μ . On place devant cette fente un filtre absorbant à 3 échelons. Le temps d'évaporation dans l'arc est de 1 minute 30 secondes, sous 10 ampères. L'enregistrement des spectres se fait sur plaques spectroguil U.V. rapide marque Guilleminot. Le développement des surfaces sensibles s'effectue par passage dans le révélateur formule D 19 b Kodak, pendant 3 minutes, puis dans du fixateur acide tannant durant 10 minutes, enfin par lavage pendant une demi-heure à l'eau courante, puis séchage aux lampes infra-rouges.

4°) Dépouillement des spectres : Les mesures des densités optiques des raies se font à l'aide du spectro-projecteur photométrique Jobin-Yvon, modèle "Nouvelle Calédonie". Ces densités optiques sont ensuite transformées en intensités par la méthode du filtre à échelons à densité optique constante (L.A. Ahrens, 1961). On obtient ainsi le rapport de l'intensité de la raie de l'élément analysé à l'intensité de la raie de l'étalon interne.

5°) Construction des courbes d'étalonnage : Les étalons externes ont été fabriqués en prenant comme matrice de base une terre plastique, argile montmorillonitique de Vasilisa (chafne de Kyrénia, Chypre), cuite à 900° C. Cette terre a été retenue en raison de sa composition chimique qui présente une grande similitude avec celle des échantillons étudiés. On a rajouté à cette matrice des concentrations connues et croissantes des différents éléments à doser. Les étalons ainsi obtenus ont été mélangés avec le Standard interne et la poudre de graphite dans les mêmes proportions que les échantillons. On a enregistré sur une plaque les spectres de ces étalons, on a mesuré les intensités des raies, des différents éléments pour chaque étalon, ainsi que celle de l'élément référence, et l'on a établi les différents rapports :

$$\frac{\text{Intensité de l'élément dosé}}{\text{Intensité de l'élément référence}}$$

Pour chaque élément, on a construit une courbe d'étalonnage en portant sur papier millimétré, en abscisses les concentrations croissantes, et en ordonnées les valeurs des rapports ci-dessus obtenus pour ces concentrations. On a établi ainsi les 10 courbes d'étalonnage.

6°) Détermination des concentrations : En mesurant chaque spectre d'échantillon dans les mêmes conditions, les rapports :

$$\frac{I \text{ élément dosé}}{I \text{ élément référence}}$$

et en reportant les valeurs de ces rapports sur les courbes d'étalonnage, on en déduit les concentrations en éléments dosés dans les échantillons.

Pour une meilleure précision des résultats, en raison des variations possibles au cours de l'évaporation dans l'arc et dans la retransmission photographique, on enregistre sur une même plaque spectrographique les spectres des échantillons et des étalons dont les teneurs en éléments dosés sont voisines de celles des échantillons. En calculant les rapports $I \text{ élément dosé} / I \text{ élément référence}$, pour les étalons et les échantillons, et connaissant les concentrations des étalons, on en déduit celles des échantillons.

CHIMIE : TABLEAU A

Analyses Chimiques des éléments majeurs.

Echantillon Dossiers %	70.1	69.22	B ₁₄	69.60	B ₁	B ₂	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₉	B ₁₅	B ₈	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₆	B ₁₇	B ₁₈	B ₁₉	B ₂₀
SiO ₂	62,64	58,89	66,02	61,88	49,62	55,44	51,63	46,70	46,10	49,20	49,89	61,48	53,57	54,49	48,60	44,89	54,58	42,70	58,60	41,90
Al ₂ O ₃	21,85	19,24	18,46	22,70	25,60	26,07	26,74	28,40	32,10	24,80	24,25	22,62	24,40	27,10	33,60	31,37	24,34	22,67	20,32	31,30
Fe ₂ O ₃	16,6	11,16	3,20	3,08	6,26	6,16	7,19	8,36	6,07	6,99	5,11	3,11	8,24	8,25	7,02	5,80	6,22	5,94	6,10	5,50
FeO	4,41	ks	0,72	3,78	1,17	0,25	0,77	0,46	0,25	0,85	1,26	1,32	0,86	0,43	0,54	1,44	0,44	0,80	0,81	0,36
MgO	0,49	5,12	1,75	2,70	4,72	2,86	2,84	4,00	3,32	4,12	5,71	0,22	3,14	1,95	3,35	6,58	4,01	5,52	3,91	3,10
CaO	0,59	0,62	ks	0,17	2,16	2,61	2,30	4,23	3,30	5,28	4,01	6,17	0,43	0,70	0,85	3,42	2,56	16,80	0,30	10,56
Na ₂ O	3,10	3,61	3,25	1,08	2,40	0,95	2,90	3,30	2,50	1,55	1,97	1,15	1,87	0,36	0,21	3,50	1,85	2,62	4,80	3,37
K ₂ O	3,22	0,94	3,63	3,59	2,28	2,87	3,57	3,24	2,64	2,57	2,47	2,52	3,26	2,61	1,95	1,62	3,68	1,23	3,85	1,23
TiO ₂	0,50	-	0,30	-	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,70	0,80	0,40	0,60	0,50	0,50	0,40	0,20	0,25	0,95	0,80
H ₂ O	0,82	ks	2,10	1,64	4,90	2,25	1,20	3,40	2,63	4,20	3,74	0,55	3,30	3,00	2,10	0,60	1,70	1,30	0,60	2,40
Tot.	99,28		99,43		99,61	99,91	99,64	99,64	99,41	100,26	100,01	99,54	99,62	99,39		99,62	99,60	99,83	100,34	

ks = traces.

Laboratoire de Minéralogie
Institut Catholique de Paris.

CHIMIE - TABLEAU B

Dosages quantitatifs des éléments traces par spectrométrie d'émissionTeneurs exprimées en γ /gr

N° d'analyses	2100 s	2101 s	2102 s	2103 s	2104 s	2105 s	2106 s	
Echantillon Eléments	B ₁ pâte	B ₁ dégrais- sant	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₁₂	B ₁₆ (Chypre)
B	43	42	38	36	37	46	54	52
Pb	28	32	37	30	27	36	48	42
Sn	22	22	14	11	10,5	10	8	16
Ga	24	23	31	24	25	38,5	46	8
Cr	66	109	23	19	23	12	15,5	65
Ag	1,7	1,2	0,5	n.d.	n.d.	1,5	2	1,5
Cu	137	124	178	145	160	88	153	80
Ni	437	410	263	220	274	102	110	188
Mo	11	6	11	8	7	6	13	16
Co	52	27	78	37	38	27	41	10

n.d. = non décelé

B₁ - Céramique crétomycénienne, voir chapitre IIB₅ - 8 - Céramiques mycéniennes III A, voir chapitre IIB₈ - 12 - Céramiques Red Lustrous, voir chapitre IIB₁₆ - Terre du potier de Vasilia de Chypre. II

C. JAMOND, Analyste - C.N.R.S.
 Laboratoire de Géologie et Minéralogie
 Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand

II - DISCUSSION DES RESULTATS

Etant donné l'impossibilité d'analyser chimiquement toutes les céramiques étudiées, 3 groupes différents ont été choisis (voir tableau A) :

- 1 - Un groupe de trois céramiques, dont le caractère commun est la richesse en éléments détritiques, issus de roches endogènes.
- 2 - Un groupe de céramiques fines :
 - a) présumées d'origine égéenne : mycénien III A ;
 - b) d'origine indéterminée : "Red lustrous".
- 3 - Un groupe comportant :
 - a) un échantillon de céramique présumée caractéristique de Chypre ;
 - b) des terres plastiques fines prélevées à Chypre.

Groupe 1

Ces céramiques sont étudiées en tant que terres d'altération résiduelle peu évoluées, dont la formule chimique doit être comparée à la roche même.

- L.M. 69-22 : arène rouge de roche basique filonienne ou microlitique ouralitisée.

composition : silice : 58,29 % - Al_2O_3 : 19,24 %

Le fer est à l'état ferreux ; le magnésium est assez abondant : 5,12 % ; le calcium, ainsi que le potassium, ont des teneurs inférieures à 1 % ; par contre, il y a 3,61 de sodium.

- B-14 : céramique d'arénisation de roches effusives acides. La formule chimique reste dans les normes d'une telle roche : rhyolite oxydée.
- C 70-1 : l'échantillon, à l'examen microscopique, apparaît comme une terre détritique de roche cristallophyllienne, dont le minéral repère est la tourmaline bleu-vert.

Les éléments dominants sont la silice avec 61,40 %, l'alumine : 23,4 %, le fer est principalement à l'état ferreux : FeO = 4,90 %, Fe_2O_3 = 1,84 %, c'est l'élément le plus caractéristique de cette céramique grise. Le sodium et le potassium sont en dose pratiquement égale : 3,25 et 3 %. Il y a très peu d'alcalino-terreux : 1 %.

Groupe 2

A.- Céramique égéenne :

a) Céramique Crétomycénienne B1 à pâte chamottée

Remarque : l'analyse des éléments majeurs a été réalisée sur la poudre globale de la pâte beige et du sable noir.

Éléments majeurs : cette céramique est assez riche en alumine : 25,60 % ; plus magnésienne que calcique et surtout plus potassique que sodique.

b) Céramiques mycéniennes II A .- Ces céramiques appartiennent à la même classe typologique : B2, B7 et B9, ont les mêmes microfaciès et des diffractogrammes similaires

Eléments majeurs : l'analyse montre une richesse analogue en alumine, la prédominance du fer ferrique, une teneur en Mg de 2,70 % à 5,71 %, supérieure à celle de Ca : 2,16 % à 5,28 %. Le sodium est variable : 0,95 % à 3,50 %.

Il apparaît que, à ce groupe de composition chimique assez homogène, il faut ajouter B₁ ; l'échantillon B₁₅ est par contre différent : plus riche en silice, moins alumineux et moins riche en fer. Il est à peine magnésien et contient plus de calcium.

Eléments traces : échantillon B₁.

- Pour le dosage des éléments traces, on a établi, après broyage ménagé, une séparation imparfaite par tri magnétique du sable noir B₁"B" et de la pâte B₁"A".

La pâte de cet échantillon se caractérise, par rapport au dégraissant, par sa teneur élevée en argent, nickel, molybdène et cobalt.

Le dégraissant est surtout riche en chrome et a une teneur plus élevée en plomb.

Si l'on tient compte de l'imperfection de la séparation : pâte-dégraissant, les différences entre B₁"A" et B₁"B" nous conduisent à attribuer la richesse en chrome de cette céramique au sable noir dégraissant.

- De la série mycénienne, 3 échantillons ont été analysés : B₅, B₆, B₇.

L'échantillon B₆ présente, dans l'ensemble, des teneurs en éléments traces les plus faibles ; au contraire, B₅ présente, pour tous les éléments y compris l'argent, les teneurs les plus élevées ; de plus, B₅ a une teneur en cobalt de 78γ /gr contre 37 γ/gr pour B₆ et 38γ /gr pour B₇.

En dehors du cobalt, ces trois céramiques nickelifères apparaissent assez similaires et comparables à B₁ pour le plomb, le gallium, le cuivre et le molybdène.

B.- Céramiques "Red lustrous" : B₈, B₁₁, B₁₂.

Cette classe comprend principalement des céramiques à pâte argileuse rouge, fine, à microfaciès analogues à peu près dépourvus de matériel détritique. Aucune localisation archéologique précise de cette céramique n'a été proposée et reconnue jusqu'ici. L'analyse a pour but de préciser les caractéristiques minérales de ce groupe.

Eléments majeurs : Ce groupe présente pour la silice et pour l'alumine des variantes :

- le fer est surtout à l'état ferreux ;
- le magnésium : variable de 1,75 % à 3,35 %, mais toujours présent comme élément majeur ;
- le calcium : variable, mais à doses faibles : de 0,43 % à 1,32 % ;
- le sodium : lui aussi variable : de 0,36 % à 2,15 % ;
- le potassium : plus abondant, présente aussi des écarts de dosage : 1,95 % à 4,61 %

Eléments traces : Comme la série précédente, bien qu'à un moindre degré, ces céramiques sont nickelifères.

Elles contiennent de l'argent en teneur notable, du gallium, du plomb ; les dosages pour le cuivre, le molybdène et le cobalt sont variables.

- ANALYSES COMPLEMENTAIRES (échantillons des groupes 1 et 2)

Bien qu'une portion dominante de la céramique ancienne présente une "résistance à l'attaque chimique" comparable à celle des minéraux insolubles, celle-ci comprend aussi une portion facilement mobilisable, soluble.

1.- Portion insoluble - Exemple : céramique nabatéenne de Petra (Jordanie). Céramique fine, sonore, bien conservée. La céramique pulvérisée a été attaquée suivant la technique utilisée pour le dosage du quartz et des insolubles des roches argileuses (Milot, 1949, p. 72).

Après l'attaque, il reste 72,92 % du poids de l'échantillon, portion insoluble contenant seulement 48,10 % de SiO_2 .

2.- Portion facilement mobilisable, soluble - Après lavage à l'eau oxygénée 30 vol. d'une poudre, suivi d'un rinçage sur filtre bleu, on observe dans le filtrat un précipité léger qui peut être relativement abondant au pH 9.

Cette observation nous a conduit à déterminer qualitativement les éléments majeurs et traces présents dans la portion soluble des céramiques anciennes analysées suivantes : B₁, B₄, B₆, B₇, B₁₀.

- Tableau ci-dessous.

Portion soluble de quelques céramiques mycéniennes et R. L.

Analyse qualitative par spectrométrie d'émission

N° Analyse Eléments	B ₄	B ₆	B ₁₀	B ₁	B ₇
Al	o	o	o	M	M
Mg	tr	tr	tr	M	M
Ca	tr	tr	tr	tr	M
Na	M	M	M	M	M
Fe	o	o	o	tr	o
Co	o	o	o	F	M
Ni	o	tr	o	M	F
Cu	M	M	M	M	M
B	F	F	F	F	F
Provenances :	. U D .			C.S.A.	

C. JAMOND, Analyste.

(Laboratoire de Géologie et Minéralogie de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand).

(tr = Trace - M = Moyen - F = Fort)

Les portions solubles se répartissent en deux groupes :

1.- Comprenant principalement Na, B, Cu et de très faibles traces de magnésium B₄, B₁₀, B₆ et de nickel pour B₆.

2.- Comprenant, en plus de Na, B, Cu, des traces notables de Ca, Al, Mg, Fe, Ni, Co. Notons que pour B₁, le cobalt paraît moins lié à la céramique que le nickel et que c'est l'inverse pour B₇.

Il faut remarquer que le groupe 2 comprend des céramiques d'Enkomi, site qui apparaît comme enfoncé dans une zone de subsidence saumâtre, à vertisol gypsifère partiellement inondé en hiver et riche en chlorure et en carbonate de sodium.

La céramique enfouie se trouve ainsi soumise à une double action probable :

a/ Le lessivage basique saisonnier de sa phase vitreuse, avec solubilisation probable de SiO₂, et ceci depuis plus de 3 millénaires.

b/ Absorption et dépôt dans ses pores, et adsorption par ses hydroxydes libres d'aluminium (résultant du lessivage SiO₂) des cations des solutions en mouvement.

Les autres céramiques (groupe I) proviennent de sites en position relativement surélevée, subissant le lessivage éluvial descendant. Les éléments mobilisables sont moins nombreux ; le bore peut être lié à l'usage courant du plâtre dans ces cités, le sodium au milieu urbain (le phosphore n'a pas été dosé). L'omniprésence du cuivre à l'état de sels peut être expliquée par le fait que ce sont des céramiques de l'âge du bronze ; cet alliage servait alors à la fabrication d'ustensiles ménagers aussi bien qu'à l'outillage, l'armurerie, le bâtiment, etc...

Groupe 3

a) Céramique chypriote ("red on red") à pâte fine B₁₇, étudiée comme élément de comparaison pour l'étude de la céramique mycénienne.

Éléments majeurs : La composition chimique globale est comparable à celle des céramiques mycénienes. Le dosage du potassium est légèrement plus fort (pas de dosage des éléments traces).

b) Terres plastiques de Chypre. - B₁₆ : terre à très fort retrait (montmorillonite dominante), cuisant beige rosé (Vasilis).

Cette terre est pauvre en silice : 44,89 %, riche en alumine : 31,37 %.

Les éléments traces de B₁₆ (seuls dosés) : Pour le bore, le plomb, l'étain et le cuivre, B₁₆ ne se distingue pas des groupes précédents ; par contre, sa teneur en gallium est faible (8 γ/gr) ; cette terre est plus chromifère que la série mycénienne et rouge lustré ; la teneur en nickel est comparable, le molybdène est plus fort, le cobalt plus faible.

Remarques générales sur le groupe de Chypre : Les terres de Chypre sont magnésiennes et surtout sodiques.

La terre B₁₇ de Chypre diffère de B₁₆ principalement à cause de son rapport sodium-potassium.

De plus, les teneurs en calcium permettent de distinguer deux groupes qui correspondent certainement à des localisations géologiques différentes :

- | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| - les terres pauvres en calcium | : B ₁₆ = 2,56 % | B ₁₉ = 0,30 % |
| - les terres très riches en calcium | : B ₁₈ = 16,80 % | B ₂₀ = 10,56 % |

CONCLUSION

Les terres de Chypre, la céramique B₁₇, ainsi que les céramiques mycéniennes ou les céramiques "red lustrous" de Méditerranée orientale, présentent toutes le caractère commun d'être assez riches en magnésium (sauf B₁₅) et nickelifères à des taux variés relativement élevés (provinces géochimiques basiques). Mais elles présentent aussi des éléments de différenciation. La céramique crétomycénienne est plus chromifère que la terre B₁₆ de Chypre. La série mycénienne III A est relativement pauvre en chrome et dépourvue d'argent, tandis que B₁₆ et les "red lustrous" en présentent des teneurs dosables.

Toutefois, au cours de ce travail, il est apparu que l'intérêt d'une analyse chimique globale était relativement réduit, par suite de multiples causes extérieures qui peuvent faire varier la composition chimique.

Il semble donc que les études ultérieures devront être poursuivies, de préférence, sur les portions isolées des céramiques qui ont des chances de ne pas avoir évolué au cours du temps.

CHAPITRE VII

EXPERIMENTATION

Le but de l'expérimentation est double :

- 1.- Réaliser des étalons céramiques faits d'argiles ou de terre argileuse, de nature connue, chauffés dans des conditions déterminées afin d'obtenir une documentation de comparaison pour l'interprétation des données résultant de l'analyse des céramiques anciennes.
- 2.- Déterminer les possibilités céramiques propres à une terre plastique donnée : qualités mécaniques, aspect de la pâte, types de surfaçage réalisables en fonction des techniques utilisées.

I - DOCUMENTATION DE COMPARAISON

Exemples :

A. - LES ARGILES MONOMINERALES ET DIFFRACTOMETRIE DES R.X

But : Face aux difficultés d'interprétation d'un diagramme de céramique comportant des minéraux détritiques naturels, des cristallisations de synthèse et des minéraux détritiques naturels, des cristallisations de synthèse et des minéraux d'imprégnation et d'altération, nous avons essayé de réaliser des diagrammes de comparaison de minéraux argileux après chauffage à 600° C, 800° C, 950° C ("frittage" modéré à fort).

Préparation : Ceux-ci ont été chauffés en masse compacte afin de reconstituer autant que possible, les conditions de cuisson des argiles de céramique.

Les principaux résultats sont les suivants : Fig. 17.- Les argiles à équidistance apparente variable de 10 Å (ou minéraux gonflants de 12 Å) donnent, après chauffage à 800° C (4 heures), une bosse à 10,1 Å, tandis que les minéraux phylliteux de 10 Å à équidistance apparente stable présentent encore, après chauffage, un pic faible étalé à 9,92 Å.

Les minéraux phylliteux alumineux de 7 Å que nous avons pu expérimenter ne présentaient plus de phénomènes de diffraction observable autre qu'une bosse entre 4,30 Å et 3,30 Å environ.

De plus, les argiles smectiques naturelles impures et mal cristallisées, ont donné un spectre assez intense, mais peu net : pics larges à "faces accidentées" de la cristobalite, qui est très rare dans la céramique ancienne.

La sépolite (R.X n° 70-51) chauffée, donne après chauffage un diagramme comportant des cristallisations imparfaites de 3,14 Å à 2,87 Å et de 2,54 Å à 2,46 Å, présentant des similitudes avec les diagrammes R.X n° B₁. R.X fig. 14.

B. - TERRES ARGILEUSES PLASTIQUES A PORTION CARBONATEE ET DIFFRACTION DES R.X

Les argilites monominérales sont rarement utilisées par les potiers anciens, aussi nous avons dû réaliser des échantillons céramiques de terres plastiques complexes comprenant, en plus de la portion argileuse, des éléments détritiques, des carbonates et des sels.

- Préparation et résultats : Le chauffage à 950°C - 1000°C d'une marne dolomitique à bentonite de Chypre (R.X B 181) donne un diagramme dont les cristallisations principales peu nombreuses sont : $3,67\text{ \AA}$, $3,21\text{ \AA}$, $3,07\text{ \AA}$, $2,98\text{ \AA}$, $2,74\text{ \AA}$, $2,55\text{ \AA}$, $2,51\text{ \AA}$, $2,45\text{ \AA}$, tous écartements que nous n'avons pas trouvés dans la céramique ancienne.

Après attaque basique avec $\text{CO}_3\text{Na}/20$, suivie d'un rinçage acidulé abondant de ClH , $\text{N}/100$, le diagramme (R.X. B 182) présente deux séries de cristallisations principales de $2,97\text{ \AA}$ à $2,89\text{ \AA}$ et de $2,54\text{ \AA}$ à $2,29\text{ \AA}$ (figure 15) qui sont à rapprocher entre 17° et 22° d'angle Θ des diagrammes R.X n° OB 1 ; E 92, fig. 10, 12, page

Les cristallisations de ces céramiques seraient donc les produits de chauffage stables à l'altération de certaines terres argileuses contenant des alcalino-terreux.

II - DETERMINATION DES TECHNIQUES ANCIENNES

A. - ETUDE EN DIFFRACTOMETRIE R.X DE SURFACES POLIES luisantes réalisées par frottement, dites lustrées par brunissage.

But et préparation : Afin de savoir si certains minéraux phylliteux, orientés par lustrage, pouvaient plus particulièrement acquérir et garder, après chauffage, la brillance très forte qui caractérise la surface de certaines céramiques, sans qu'aucun autre produit ait été ajouté, nous avons, sur des masses d'argiles déterminées, réalisé par usure à sec, une surface plane qui a été ensuite lustrée après humidification. Les essais ont été effectués avec des argiles de 14 , 12 , 10 et $7\text{ \AA}$.

Etat de la surface lustrée avant le chauffage : L'échantillon à surface brillante orientée présente, par rapport à la surface obtenue par usure, un renforcement des pics 001, 002, 003, qui peuvent se trouver doublés, ou même triplés d'intensité (dans le cas de l'illite par exemple).

Etat de la surface après chauffage et frittage de l'argile : Après le chauffage à 800°C - 4 heures, aucun minéral phylliteux bien cristallisé n'a donné la "brillance" recherchée propre aux céramiques anciennes dites "lustrées".

Cependant, cette expérimentation a permis d'observer le faible degré de destruction des feuilletts argileux après le chauffage. Les pics de diffraction sont encore forts et étroits, ce qui est très différent des résultats obtenus par la méthode des poudres, même en "présentation orientée". A titre d'exemple, citons l'illite d'Illinois qui, après chauffage à 800°C - 4 heures, donne un diagramme à peu près inchangé en dehors du pic de $9,92\text{ \AA}$, dont l'intensité est réduite de moitié.

Il semble que l'état de la portion phylliteuse frittée est comparable à l'état floculé, avec cette différence que la cohésion entre les cristaux fins n'est pas due à des forces électro-statiques (forces de Van der Vals), mais résulte d'un empatement

dans un ciment vitreux (photo MEB 2). Nous avons tenté une mise en solution des verres silicatés dans CO_3Na à 10 % (méthode renforcée de l'extraction de la silice colloïdale - Callières, 1963, p. 144).

L'échantillon ainsi obtenu est présenté en poudre orientée sur lame de verre.

- Exemple : R.X 69-65 (engobe blanc d'W.S.W. - céramique de Chypre A.S.C.)

Avant traitement, l'échantillon figure 18 "a" ne présente aucune bosse notable avant l'angle de $10,5^\circ$.

Après traitement, le diagramme présente une série de diffractions d'abord peu nettes pour $25 \text{ \AA}$, $22 \text{ \AA}$, $16,02 \text{ \AA}$, puis dès $12,82 \text{ \AA}$ et $11,92 \text{ \AA}$ s'amorce un pic bien marqué qui culmine de $11,03 \text{ \AA}$ à $10,67 \text{ \AA}$, pour se terminer vers $9,33 \text{ \AA}$; à $6,42 \text{ \AA}$ et $5,65 \text{ \AA}$ se trouvent de très légères diffractions. Le pic de $4,46 \text{ \AA}$ est affaibli par le traitement, par contre, celui de $3,51 \text{ \AA}$ est légèrement intensifié : fig. 18 "b".

Ces observations montrent, d'une part, la sensibilité à l'attaque basique d'un verre résultant du chauffage d'une argile probablement non basique originellement. D'autre part, elle prouve la présence de vestiges de structures argileuses dans de nombreuses céramiques qui ont été ensuite assez fortement cuites, ce qui apparaissait de façon peu nette au microscope : LM 68.47.

Ceci pourrait expliquer l'absence de réponse en phase de la diffraction des R.X, bien qu'il subsiste des vestiges importants des structures. Par contre, le cas d'argiles présentées en surface lustrée, les phyllites tassées par pression suivant leur face plus développée (001), peut-être partiellement déshydratées par ce procédé, subissent moins de déplacement avec imbrication désordonnée ou de déformation, étant en quelque sorte "compactées" comme par un début de "frittage" à froid.

B.- LES SURFACES LUSTREES IMPREGNEES DE CORPS GRAS

Essai de synthèse expérimentale : Nous avons vu que les argilites, en général, ne conservent pas leur brillance initiale après frittage, même à température modérée (800°C), alors que les céramiques anciennes à très forte brillance sont fréquentes depuis le Néolithique jusqu'à la fin du bronze ancien. Elles sont désignées, le plus souvent, sous le nom de "Red/black polish".

L'analyse thermique indique, dans de nombreux cas, une imprégnation carbonée notable. Ceci nous a conduit à expérimenter l'effet de l'imprégnation de corps gras sur le frittage de la portion argileuse de la pâte et de l'engobe d'une céramique.

1°) Le premier but de l'expérimentation a été la réalisation d'une céramique noire à surface très brillante (comparable à la céramique de Khirbet-Kerak syro-palestiniennne).

Technique utilisée : Nous avons réalisé, avec une terre plastique à argiles smectiques dégradées (Vasilia de Chypre G.S.C.), deux plaquettes de $30 \times 25 \text{ mm}$, à faces planes compactées par martelage, puis polies par lustrage, puis séchées.

Une plaque "a" est chauffée en atmosphère oxydante pendant 1 heure à 650°C .

Une plaque "b" est imprégnée à chaud (environ 20° C) dans un corps gras fluide (beurre, huile ou cire), puis chauffée 1 heure à 650° C en atmosphère confinée, produisant la "carbonisation" de la matière organique.

Caractères macroscopiques : Au sortir du four, la plaque "a" est brun-orangé clair ; la plaque "b", noire et plus "luisante" que "a".

Résultats : Le diagramme diffractométrique de la face polie de la plaquette "a" présente, en plus du pic de 5, 10 Å, un pic à 14 Å qui n'apparaît pas sur le diagramme de la plaque "b". Cet écart de 14 Å, résultant du chauffage est caractéristique du groupe des "pseudo-chlorites". Dans le cas de la plaque "b", il semble que cette contraction par frittage n'a pu se réaliser, car les feuillets argileux étaient imprégnés de corps gras qui ont empêché cette réaction (photo M.E.B. 5 A). Notons que cette stabilisation permet de réaliser un frittage, sans contraction, conservant à la surface des céramiques toute sa brillance initiale. R.X fig. 19 "a" et "b".

2°) Une surface rouge de brillance égale a été obtenue par lustrage d'un engobe fait de terra rossa imprégnée de corps gras, puis calcinés en atmosphère oxydante à température modérée (700° C - 800° C) jusqu'à disparition complète du composant organique.

L'échantillon présente alors un aspect de céramique dite "red polish" de belle facture.

Ces essais expérimentaux isolés devront être complétés par de nombreux autres, principalement avec les terres plastiques d'andosol dont nous pourrons disposer, de manière à reconstituer les différentes techniques utilisées par les Anciens.

C. - ROLE DE L'ATMOSPHERE DE CUISSON SUR LA DESTRUCTION DES STRUCTURES PHYLLITEUSES

Les céramiques anciennes grises ou noires, sans portion carbonée notable (A.T.D.) présentent, en général, peu de phénomènes de diffraction en dehors de ceux du quartz ; de plus, en microscope optique, leur pâte, lorsqu'elle n'est pas carbonatée, est isotrope.

Ces observations nous ont conduit à expérimenter le rôle de l'atmosphère de cuisson sur la phase argileuse des terres plastiques.

- Exemple : échantillon - terre rouge colluviale de sol peu humique, d'altération climatique des diabases de Kornos de Chypre.

- Préparation : lavage, décantation et prélèvement de la portion fine ; fabrication de 2 échantillons en pastille, séchage à l'étuve 110° C.

. la pastille "a" est posée dans une capsule réfractaire ;

. la pastille "b" est enfermée dans une ampoule de verre scellée.

Les deux pastilles sont enfournées ensemble et chauffées 1 heure à 800° C.

Au défournement, la capsule "a" est rouge-brun tandis que la capsule "b" est noirâtre.

Diffraction R. X des poudres de "a" et "b"

- Diagramme de "a" (R.X n° KS 1) : pour les petits angles Θ le diagramme présente une diffraction continue de $25 \text{ \AA}$ à $7,72 \text{ \AA}$, avec un pic principal étalé de $10,26 \text{ \AA}$ à $9,68 \text{ \AA}$. Fig. 16 a.

- Diagramme de "b" (R.X n° KS 2) : le diagramme ne présente aucun phénomène notable, à l'exception d'un pic aigu très faible à $5,20 \text{ \AA}$, fig. 16 b

Conclusion :

L'échantillon "a", chauffé en atmosphère oxydante, présente les caractères d'une argile frittée complexe mal cristallisée (meta-bentonite et interstratifiés irréguliers).

L'échantillon "b" ne présente plus que des traces faibles de phyllites à $10 \text{ \AA}$ indiquant qu'une cuisson en atmosphère confinée, ayant un effet réducteur dû aux dégagements de Co, produit par la combustion des éléments humiques d'une part, et d'autre part à la présence d'eau zéolitique et de constitution des argiles, donne un produit céramique à phase vitreuse plus importante qu'en atmosphère librement oxygénée.

Ceci semble résulter de phénomènes pneumatolytiques complexes et à la réduction partielle du fer ferrique à l'état de fer ferreux au pouvoir fondant plus fort connu (Bodin, 1956, p. 118).

Ces réactions expliquent que les céramiques grises sont le plus souvent des céramiques grésées.

CONCLUSION GENERALE

Avec le même matériau céramique, suivant les techniques utilisées, on peut obtenir des aspects différents.

Ainsi, un engobe poli ou lustré, fait de terra rossa fine, donnera, pour un même chauffage modéré, une surface peu luisante ou très luisante suivant qu'il aura été ou non imprégné de corps gras.

B

ESSAI DE SYNTHESE
DES RESULTATS FOURNIS PAR
LES TECHNIQUES SCIENTIFIQUES

I - LA CERAMIQUE ET SON CADRE GEOLOGIQUE

L'analyse minéralogique et pétrographique de la céramique ancienne permet de reconnaître certaines caractéristiques de la géologie de son terrain d'origine .

On peut distinguer :

A) LA CERAMIQUE A ENCADREMENT MONOGENETIQUE SIMPLE, c'est-à-dire constituée d'éléments plastiques et éventuellement dégraissants, issus d'une même roche.

a) Séquence argileuse monominérale

Exemple : lame mince RR1 - (Figurine céramique blanche de Toulon-sur-Allier : époque gallo-romaine) .

La pâte est constituée d'un fond limpide présentant, par encroût, des lits de phyllites à très légère polarisation .

b) Séquences cristallines

Exemple : Charigny C₁b.

L'examen microscopique de la céramique montre une pâte riche en éléments pédologiques et en biotite et muscovite (L M C1B) . Les éléments dégraissants sont le quartz et l'orthose microperthitique fraîche. L'ensemble est caractéristique d'une terre plastique résiduelle d'arénisation d'un granite .

Dans un autre cas, une céramique préhistorique est apparue aux rayons X constituée de talc (R X 67-15) . A l'examen microscopique, cette pâte présentait une texture microlenticulaire, à coloration zonée ; cette céramique paraît résulter de l'utilisation d'une terre d'altération de certaines serpentines (L M 67-15) .

c) Séquences volcaniques

Exemple : L M 67-7 , Grey Minyan Ware - Syrie du Nord .

La céramique est constituée principalement d'un sable détritique poudreux, thermiquement très stable, fait d'éléments vitreux riches en quartz, profondément corrodés, liés par très peu d'argile d'andosol (R X 67-1) peu alumineuse, contenant de rares minéraux lourds. De plus, suivant la composition chimique (analyse B 14), cette céramique est le produit de l'utilisation d'un andosol de massif rhyolitique sans autre mélange .

d) Séquences métamorphiques Af Khanum MN9 - Afghanistan.

Exemple :

La pâte microlenticulaire, faite de débris micacés, présente des grains grossiers dégraissants de quartzophyllade rubéfiée. Cette céramique résulte de l'utilisation

de terre plastique formée aux dépens d'une roche faiblement métamorphique; aux rayons X : quartz-séricite-albite (R X n°MN9).

e) Séquences minières LM 68-47

Exemple :

La pâte, au microscope, est semi-vitreuse, riche en " vestiges " d'amphibole décolorés. L'engobe présente des phyllosilicates en cristaux idiomorphes pseudo hexagonaux de mica. Aux rayons X, écart de 16 Å et 10 Å (R X n°68-47) .

L'ensemble présente les caractères de terres d'éponte déferriée, de filon métallifère, avec cristallisations pneumatolytiques .

f) Séquence néritique

Exemple : L M F 17 - Tell Far^Cah .

La pâte, faite d'une fine dispersion de calcite représentant 30 % du poids global, est microcristalline, riche en tests de Globorotalia angulata, emplis de calcite cristalline, liée par la montmorillonite frittée (R X N°F 17) .

Le matériau d'origine est une argile marneuse paléocène (examen paléontologique de P. Marie) .

Les céramiques que nous venons d'étudier présentent un microfaciès naturel. En effet, leur composition monogénétique simple permet de les attribuer à l'affleurement d'une seule famille de roche .

B - LA CERAMIQUE A ENCADREMENT POLYGENETIQUE COHERENT , c'est-à-dire constituée d'éléments plastiques et dégraissants multiséquentiels, provenant, soit de l'utilisation d'une terre colluviale, soit de la fabrication d'un mélange artificiel .

Exemple : L M DQ 64-9 - Djebel Qualaa - Bronze récent .

Boues à globigérines et radiolaires, dont les éléments dégraissants sont faits de minéraux lourds, labrador, augite, amphibole, chromite, de grains lithiques, de spilites et d'hyaloclastites, de radiolarites plus ou moins bien solidifiées.

Ces séquences cohérentes représentent une association de type géosynclinal (" cortège ophiolithique ") .

C - LA CERAMIQUE A ENCADREMENT POLYGENETIQUE INCOHERENT , c'est-à-dire constituée d'éléments minéraux et lithiques sans liens génétiques entre eux .

Exemple 1 : L M 69-73, Amphore romaine de Capdenac - Lot .

Cette céramique apparaît à l'examen microscopique constituée d'une pâte riche en éléments détritiques et en microfaune, ainsi qu'en grumeaux d'une argilite rouge, riche en fragments de micro-arkose à orthose et d'une marne argileuse, ainsi que d'un sable constitué d'amphibole et de pyroxène vert et de minéraux opaques .

Exemple 2 : L M : Clermont-Ferrand 19 995 .

Un groupe déterminé comprenant des vases à étrier présumés crétois, est constitué d'une argilite très fine, à laquelle se trouvent mêlés un sable d'éléments volcaniques basiques et des plaquettes de quartzophyllade et de quartzite métamorphique .

Ces céramiques correspondent au mélange de plusieurs microfaciès pétrographiques d'origines géologiques différentes, accidentellement associées dans une même région .

Remarquons que les types polygénétiques faits d'apports multiples sédimentaires détritiques ou bioclastiques, peuvent être subdivisés, suivant que l'on a, soit un mélange frais, riche en éléments instables, bien conservés, provenant probablement d'un alluvionnement dû à la géographie actuelle, soit une série altérée correspondant à la paléogéographie, soit une série évoluée, ne contenant plus que les éléments stables et riches en produits d'altération allitique ou ferralithique (Rambaud, 1969) .

CONCLUSION

A cause des ressources dont l'homme dispose là où il s'installe, la céramique qu'il produit garde le reflet du cadre géologique d'origine dont les constituants variés sont, le plus souvent, identifiables .

En conséquence, pour que la céramique d'un site déterminé soit dite locale, il faut que ses caractères géologiques et géochimiques soient compatibles avec ceux du site, ou de ses environs proches .

°

° °

II - LA CERAMIQUE ET SON MILIEU TECHNOLOGIQUE

I - PREPARATION DE LA TERRE :

A - Terre franche

Exemple : L M : Barbirey B 1 .

Cette céramique, qui présente une pâte grossière à l'examen macroscopique, apparaît à l'examen microscopique, constituée d'argile présentant le faciès illuvial à peine modifié des formations de surface, L M 62 Bl.

Cette céramique est faite de boue argileuse utilisée sans traitement préalable autre qu'un rapide malaxage .

B - Les terres dégraissées par un minéral

Exemple : L M C 7 - Charigny .

Cette céramique, faite d'argile de sol assez riche en matière organique carbonisée (humus A. T. D. n°15, p.36) est dégraissée par de la calcite spathique (R X C 7) en fragments à angles vifs. Cette association d'un sol lessivé et de calcite broyée artificiellement n'est pas naturelle. Elle suppose une technique intentionnelle . Pour une technique voisine, le dégraissant est constitué par des fragments d'huîtres fossiles pilées .

C - Terres grasses et maigres mêlées

Exemple : L M 69 - 72 .

L'amphore de Capdenac présente un mélange polygénétique comprenant des grumeaux des deux types de terres plastiques, ainsi que des tests de foraminifères creux bien conservés, qui n'auraient pas résisté aux conditions de formation puis de dépôt d'un colluvium naturel. Le mélange imparfait qui constitue cette céramique est très probablement dû au travail du potier .

D - Terres décantées

Exemple : L M 69-93 - Kalopsidha .

La pâte, à l'examen microscopique, est fine et à éléments bien calibrés; elle contient des grumeaux représentant un classement granulométrique qui peuvent correspondre soit à des fragments de croûtes séchées naturellement dans des flaques d'eau boueuse, soit à une décantation intentionnelle, suivie d'un mélange médiocre .

E - Terres riches en matières organiques (et céramiques dites réduites) .

Exemple : Céramique à constituants carbonisés.

Exemple : céramique noire lustrée de Vix .

L'analyse thermique donne une très forte combustion à 420°C (ATD n°586).
A l'examen microscopique, la lame est noire opaque (L M 51), comme bitumeuse.

Après attaque fluorhydrique-chlorhydrique, on obtient un résidu insoluble à aspect de suie, amorphe aux rayons X, qui représente environ 4% du poids total de la céramique (R X 51) .

Après élimination par attaques répétées à H_2O_2 , le diagramme de la portion fine est celui d'argile gonflante frittée . Cette imprégnation de la portion fine a pu être réalisée expérimentalement par imprégnation à chaud d'une céramique préalablement séchée, par un corps gras fluide (huile) qui, ensuite, a été carbonisé à $700^{\circ}C$ en atmosphère confinée. Les qualités techniques de ce groupe seraient dues à l'action d'un chauffage modéré réalisant la carbonisation d'un mélange d'éléments organiques avec une argile smectique .

Exemple : Céramique néolithique brunâtre (Sougère)

L'analyse présente, en proportion moindre, des phénomènes de combustion (ATD N°35) d'éléments carbonisés non-calcinés lors de la cuisson initiale et qui restent visibles à l'examen microscopique : zones noircies à fragments végétaux, imprégnation jaunâtre .

Exemple : (céramiques réduites vraies) .

Constituant un groupe technologique très particulier, la céramique grise de l'Elbourg oriental thermiquement stable (ATD 701) présente un taux de fer ferreux particulièrement fort ($FeO = 4,90$, $Fe_2O_3 = 1,84$) . Ce fait doit provenir de la réduction du fer ferrique en fer ferreux par le carbone présent dans la pâte. Plus évoluée, cette technique a dû conduire à la fabrication du fer métallique. Ces céramiques seraient donc probablement associées à l'apparition de l'industrie du fer (Chimie n°70-1) (Maréchal, 1962 ; Cleere, 1969) .

Il faut donc distinguer dans les céramiques riches en composés organiques carbonisés, d'une part, celles qui sont si fortement imprégnées que l'élément organique est un composant majeur, ce qui résulte d'une technique intentionnelle, d'autre part, celles dont le composant organique est un élément mineur qui peut provenir d'une terre humique naturellement riche en débris végétaux .

Enfin, il convient de noter l'existence d'une céramique grise, exempte d'éléments carbonés décelables, résultant d'une cuisson en atmosphère réductrice .

II - FAÇONNAGE

A - Liant fibreux (pâte armée)

L'examen microscopique de la céramique (L M 69-45) présente des figurations fibreuses qui sont des vacuoles sinueuses vides ou chargées d'éléments parallèles ou torsadés. Celles-ci indiquent que certaines céramiques, ayant des parois minces et constituées de phyllosilicates sont aggradés (donc exempts d'argile à feuillet micacés bien développés (R X 69-45) , ont besoin d'être " armées " avec des fibres organiques pour ne pas se déformer et casser spontanément avant cuisson .

La céramique dite de Khirbet Kerak

Exemple : L M 70 102 :

Elle apparaît à l'examen macroscopique comme martelée et se caractérise à l'étude microscopique, après calcination, par sa densité et par de nombreuses traces fibreuses de diamètres très variés . Ces fibres sont carbonisées, mais conservées (MEB 5B) .

La céramique de ce groupe, tassée par pression forte ou martelage a sans doute été renforcée préalablement afin de subir, sans dommage, des traitements mécaniques ultérieurs .

B - Le tournage

Exemple 1 : L M 8 782 - Clermont-Ferrand.

Certaines céramiques présentent, sur lame mince taillée suivant un plan "axial", une orientation des phyllites argileuses à peu près parfaite .

Cette orientation résulte du tournage rapide d'une argilite bien cristallisée .

Exemple 2 : L M n°68-2 .

Le bol, marqué de rainures de tournage à l'examen macroscopique, présente en lame mince, une pâte floconneuse isotrope sans trace d'orientation préférentielle des constituants .

L'examen en lame mince ne permet donc pas toujours de différencier avec certitude une céramique tournée d'une céramique montée au colombin ou par tout autre procédé.

III - FINITION ET SURFAÇAGE

Le ressuage

Exemple : L M 69-252

La lame mince, ou la section polie tangentielle d'une céramique de type ressuant, présente un passage continu de la pâte du corps de la céramique à l'argile fine de surface . Expérimentalement, la surface plane d'un fragment de terre marneuse détritique présente, aux rayons X, après ressuage, un renforcement du pic de la montmorillonite (R X 69 - 252) .

L'engobage

Exemple : L M 69-66 - W.S.W.

La lame taillée tangentiellement à la surface présente un passage grumeleux progressif de l'engobe blanc quartzeux et microgrenu à liant isotrope, à la pâte rouge d'aspect phylliteux et riche en minéraux détritiques colorés . L'engobe a été posé sur une surface rugueuse humide et incrusté dans la pâte par brunissage. Les caractéristiques RX sont totalement différentes : l'engobe est micacé, la pâte est surtout composée d'amphiboles liées par des interstratifiés frittés (RX 69-66 A et B) .

Le lustrage

La surface plane lustrée présente aux rayons X une plus forte intensité de la diffraction correspondant aux écarts réticulaires de 14 Å à 10 Å que le coeur de la pâte (voir diffraction des R X) .

Les vernis

Les vernis sont, soit totalement vitreux, soit partiellement cristallisés . Ils apparaissent alors peut-être plus résistants à l'altération .

Exemple 1 : Céramique sigillée .

L'examen microscopique montre en surface un film d'aspect homogène en lumière naturelle et faiblement anisotrope en lumière polarisée .

Aux rayons X, on obtient surtout le quartz de la pâte et un pic de 2,69 Å pour les vernis rouges.

Exemple 2 : L M 8 782, vernis noir - Clermont-Ferrand

La lame mince montre un film noir opaque uniforme de couleur bleutée en lumière réfléchie (LM) .

Les rayons X, sur vernis métallique de la céramique gallo-romaine d'Alésia, présentent un pic étalé de 2,49 Å à 2,38 Å , avec sommet de 2,45 Å à 3,43 Å .

Ainsi , l'examen microscopique et les rayons X permettent de distinguer certains vernis vitreux souvent dévitrifiés. Ces vernis résultent le plus souvent de l'addition à un engobe argileux fin et dégradé, d'un produit fondant non déterminé ; ils apparaissent alors compacts et homogènes en vision ultra-microscopique électronique à balayage (MEB 1) . Photo 1, page 21.

IV - LA CUISSON

Détermination de la température maximale

1 - Céramique frittée

Exemple : lame mince F9 - Céramique de Tell Farah '

Céramique blanche assez fortement carbonatée (LM, RX, ATD) .

Après attaque acide, le résidu offre aux rayons X une très forte diffraction à 10 Å , insensible à un chauffage modéré de 300°C. L'ATD donne, pour les céramiques de ce type, le type de réaction de cimentation à 935°C ATD .

Le regroupement des observations indique que ces céramiques doivent leur cohésion au frittage de la portion montmorillonitique d'une marne, ce qui correspond à un chauffage, peu élevé à moins de 750°C, en général .

2 - Céramiques semi-vitrifiées

Certaines céramiques d'aspect grésé, bien conservées (LM 69-61 AB) ne présentent aucun vestige de structures argileuses en diffraction des R X. Les cristallisations reconnaissables sont le quartz et quelquefois des feldspaths. Leur pâte apparaît isotrope en

lame mince. L'ATD globale ne présente aucun phénomène . La proportion des alcalino-terreux n'a pas été déterminée, mais on peut estimer que ces céramiques, non réfractaires (de 5 à 10% de Fe), ont subi une cuisson élevée, cependant insuffisante pour provoquer la fusion pâteuse (entre 950° et 1100°C),

De plus, leur portion argileuse qui, si l'on tient compte des qualités plastiques recherchées, était relativement bien cristallisée (kaolin, illite) a été totalement désorganisée par le chauffage .

3 - Céramiques partiellement recristallisées

Une portion importante de céramique a pâte claire de Méditerranée Orientale, qui n'a plus aucun vestige d'argile frittée (ATD, RX), présente des cristallisations diffuses à l'examen diffractométrique .

Exemple : L M 69-84

La pâte très fine, peu translucide, présente une polarisation continue élevée. Le diagramme RX comporte des cristallisations complexes réfractaires (ATD N°69-B4) dont les plus nettes sont comparables à la clinoenstatite de synthèse (RX, ASTM). Des diagrammes RX assez comparables sont obtenus par calcination à 1000° soit de la sépiolite, soit du mélange halloysite-dolomite .

Les céramiques à recristallisations stables indiquent une cuisson élevée d'une pâte peu fondante .

L'expérimentation réalisée montre surtout l'importance du magnésium dans une matrice alumineuse . Le rôle du calcium reste à déterminer .

- Les atmosphères de cuisson

Exemple : 1

La céramique ancienne, à portion argileuse frittée (RX), peut être :modérément oxydée par exemple B 14 rapport $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO} = \frac{3,20}{0,72}$ ou presque totalement oxydés.

L. M. : 69-22 - rapport $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO} = 11$.

Exemple : 2

Dans certaines conditions, la cuisson modérée (RX, ATD) est liée à une imprégnation carbonée de surface (Alise Sainte Reine - la Tène finale). L'analyse thermique donne pour le coeur de la pâte et la surface des diagrammes différents (ATD-596, 597).

L'imprégnation de surface peut très probablement être rapprochée de l'enfumage.

Exemple : 3

Une céramique rouge en surface (" Jarre Cananéenne " de Kalopsidha - L M 69-400) dont la pâte est noirâtre au coeur de la section de l'anse, ne présente aucun phénomène exothermique en ATD n°69 400 .

Cette coloration est due, soit à la réduction du coeur de la pâte, soit à une oxydation incomplète d'une terre argileuse riche en fer ferreux - terre originellement pyriteuse .

Enfin l'expérimentation a montré qu'une argile riche en fer, chauffée à 800°C pendant 1 heure, possède encore des vestiges argileux frittés (RX), alors que ceux-ci disparaissent pour un même chauffage en atmosphère réductrice (RX n°KS1 et KS2).

CONCLUSION

Le regroupement des analyses permet, dans un premier temps, d'identifier la majeure partie des constituants de la céramique ancienne, dont la portion argileuse; et d'identifier l'origine des matériaux utilisés (géologie des céramiques) .

Dans un second temps, il permet de séparer, par l'étude analytique comme par la synthèse expérimentale, ce qui revient en propre aux techniques de ce qui revient à la qualité des matériaux utilisés dans l'état final du produit céramique " manufacturé " .

Ainsi, de ces recherches, on peut tirer quelques observations générales : Sur le plan culturel, il convient de distinguer deux niveaux de civilisation :

I - Phase primitive :

Production surtout domestique, dépendante des facteurs naturels, climatiques, etc ... :

A) En zone semi-aride, on peut disposer d'affleurement de roches plastiques et de combustible à haute valeur calorifique qui permet, en l'absence de four, d'obtenir des cuissons assez élevées en atmosphère oxygénée : Mésopotamie, IVème millénaire .

B) En région constamment humide, riche en sols bruns et lessivés (p.91), couverts de végétation non défrichés, les Anciens ont surtout réalisé leur céramique avec les horizons argileux d'accumulation des sols chargés de matière humique et de déchets végétaux qui constituent un excellent combustible interne bien dispersé, qu'il suffit d'amorcer par un feu de branchage. La cuisson est réalisée à température peu élevée . Elle se produit en atmosphère humide, enfumante, et permet d'utiliser comme dégraissant de la calcite spathique (néolithique et surtout chalcolithique de France) .

II - Phases techniquement évoluées

Dans les mêmes régions humides, on sait alors réaliser des céramiques cuites à température assez haute, dans des fours à sole avec combustible sec .

Les céramiques de cette phase résultent souvent de mélanges de terre et de sable bien choisis. Elles présentent une grande " standardisation " des qualités techniques, donc de l'aspect. Elles sont le produit d'un artisanat semi-industrialisé, regroupé dans les régions susceptibles de donner une terre argileuse de qualité, le combustible nécessaire et l'eau en quantité suffisante .

L'opposition entre céramique domestique et industrialisée est, en réalité, théorique; tous les niveaux techniques intermédiaires ont existé .

Rappelons, et ceci est important pour l'orientation des recherches de provenance, que, dans la plupart des cas, on ne peut pas faire tous les types de céramique avec la seule terre dont on dispose dans un site donné .

Cependant , il convient de distinguer au cours des classements technologiques de la céramique :

1 - Les céramiques dont l'aspect final est dû principalement à la technique utilisée, par exemple la céramique noire à imprégnation organique carbonisée : la céramique de Vix - Côte d'Or.

2 - Les céramiques dont l'aspect final résulte principalement de la nature des matériaux utilisés . Ce sont toutes les céramiques cuites à température élevée : plus de 850°C, en atmosphère bien oxygénée, par exemple : la céramique blanchâtre III C1 d'Enkomi à Chypre, ou la céramique rouge régionale d'Amathus à Chypre .

En résumé, le faciès typologique de la céramique locale d'un site, résulte de ce que le potier a appris à fabriquer, suivant les traditions propres à son " groupe ethnico-culturel", ou de ce qu'il a su inventer, synthétiser, imiter, en fonction des matériaux dont il dispose là où il est. L'ensemble de ces facteurs explique l'énorme variété d'aspect de la céramique ancienne .

III - LA CERAMIQUE ET SON HISTOIRE ARCHEOLOGIQUE

I - USAGE

Exemple : Céramique servant de marmite (imprégnation organique secondaire d'usage).

Marmite en terre rouge cristalline noircie sur la face externe (ASC. Enkomi 66 E I).

En ATD, les phénomènes de combustion culminent à 390°C, correspondant à l'imprégnation soit de fumée, soit de produit alimentaire. En effet, la cuisson, chez le potier, a donné une céramique rouge qui n'a pas pu conserver d'élément organique originel ou primaire. De plus, les céramiques claires du site ne présentent aucune imprégnation humique notable, ce qui est naturel en région peu fertile (ATD n°7 p. 53).

II - ENFOUISSEMENT

1 - Evolution

A) Céramique présentant des phénomènes de régénération des phyllites

Exemple 1 : Céramique néolithique Syrie du Nord :

En lame mince, la céramique qui ne présente pas d'enrichissement visible en argile illuviale, mais possède une instabilité thermique de la phase fine (Endothermie à 150°C).

Aux rayons X, une partie importante des pics sont déplacés par le chauffage à 200 et 400°C.

Interprétation : cette céramique présente des éléments hydratés régénérés qui s'apparentent aux interstratifiés ou à la montmorillonite alumineuse (Tardy ; Meilhac 1970).

Exemple 2 : Céramique Mycénienne III cl, fine beige rosée .

La portion la plus fine de cette céramique présente un diagramme ATD net, mais faible, de smectite (ATD n°584) .

B) Régénération des carbonates

Céramique de la période Halaf de Syrie du Nord - L M 68-48.

La régénération des carbonates se produit à partir des carbonates partiellement ou totalement détruits lors de la cuisson et transformés en chaux .

2 - Imprégnations secondaires d'enfouissement

A) Sol Humique (France)

Exemple : Céramique beige-rosé pâle (Nuits Saint-Georges) trouvée en surface.

L'analyse thermique indique une très grande stabilité thermique de produits cuits à haute température en présence d'oxygène. Cependant, il y a, à 290°C, un phénomène exothermique notable diffus, dû probablement à une imprégnation organique faible non carbonisée (Humus ?).

Notons que la totalité des céramiques des niveaux de surface, trouvée dans les sols humides de France, présente ce crochet exothermique qui n'existe pas dans la céramique " proche-orientale " trouvée en zone vertisolique ou de Xerorendzine .

B) A cet enrichissement s'ajoute fréquemment l'imprégnation d'argile illuviale.

Exemple : d'après Gèze - Horemans : L M H 123 G.

Fragment d'amphore du Latium trouvé dans une ballastière de Jargeau (Val de Loire) . A l'examen microscopique, les fissures de la céramique apparaissent comblées par l'argile incolore ultra-microscopique bien déposée (suivant le plan 001) avec extinction ondulante que l'on retrouve dans les lentilles argileuses sous-jacentes à cette gravière. Photo XIX .

C) Zone saumâtre : enrichissement en sels ou imbibition de sels

a) Enkomi : fragments de céramique mycénienne III C.

La poudre, lors de son lavage à l'eau oxygénée Ph3, diluée, acquiert rapidement un Ph 9-10 .

Un lavage à l'eau bouillante bidistillée permet d'extraire des sels (principalement le sulfate de calcium) qui représentent environ 2 % du poids du tesson .

De plus, nous avons vu, lors du dosage des éléments à l'état de traces que, suivant le lieu de découverte, la céramique a une portion soluble plus ou moins importante ou plus ou moins riche en éléments traces.

Dans les exemples précédents, l'enrichissement secondaire n'est pas observable à l'examen microscopique. Cependant, il existe (LM 69-18 - Plithos d'Apliki) des céramiques massivement gypseuses. En effet, l'ensemble des microvacuoles de certaines céramiques, est chargé de cristallisations fibreuses de gypse (RX). Autre exemple : les terres cuites du Minaret de Jan (Afghanistan) RX n°AF.2.

D) Encroûtement

Certains vases présentent un encroûtement de la seule face externe.

Exemple : Fragment de vase à étrier (L M 70-235) - Tell Siano .

Les rayons X indiquent la cristallisation de calcite .

E) Calcification massive : Ramad - LM 69-16).

a) En lame mince, la céramique apparaît comme cimentée par de la calcite microcristalline qui s'est introduite autant dans les fissures de la pâte argilo-calcaire que dans les grains lithiques (de plus de 0,5 cm) de hyalo-basalte .

3 - Altération : Désilicification (par lessivage des verres siliceux) .

Exemple : Céramique III c 2 1 - Mesaoria de Chypre .

Caractères macroscopiques :

La céramique à surface pulvérulente, jaune-verdâtre pâle et décor effacé est de faible densité apparente : moins de 2; la porosité ouverte est de 25%; la dureté approximative : 2 de l'échelle de Moh's ; densité : 1,550.

En lame mince, cette céramique est riche en microvacuoles circulaires (Microfaciès altéré des marnes à globigérine) .

Aux rayons X, elle apparaît constituée principalement de produits de recristallisation insolubles dus au chauffage (voir RX n° E 92) .

En conséquence, il semble qu'une telle céramique ne comporte plus que certains de ses éléments originels, ce qui donne un produit très poreux et sans cohésion. Ceci est à l'opposé du produit initial de la classe argilo-calcaire qui, suivant Bodin, 1956, se caractérise par son imperméabilité .

Décalcification

Exemple : Tumulus de Pont de Cabestan - céramique Fer II (Courtois, 1962)
(Horizon A profond) .

La céramique noire ou brunâtre a perdu sa cohésion et se délite en petits cubes. Les vacuoles bien calibrées sont nombreuses. Cette céramique est, sans calcite au niveau des sépultures à ossements pulvérulents. Elle apparaît, par contre, en zone profonde contemporaine, dense et dégraissée par des grains de calcite .

Notons que la disparition de la calcite de marnes délitées par le gel, solubilisée par les " acides humiques ", s'accompagne d'une très forte régénération des phyllosilicates gonflants (RX n° 7c) .

CONCLUSION

Par suite de ses conditions de formation et de dépôt, la roche argileuse se trouvait en état d'équilibre physico-chimique, avec l'hydrosphère. Après sa cuisson, elle n'est plus en équilibre .

Les études de Munier ont montré que le premier phénomène de vieillissement d'une céramique est la réhydratation qui s'accompagne d'une dilatation par absorption d'eau de type zéolithique. Puis, par lessivage, la céramique acquiert des capacités d'échange qui lui donnent les propriétés d'une permutite .

Ces divers phénomènes entrent en jeu dès le défournement. Ils sont de faible importance par rapport aux échanges chimiques et prolongés qui ont lieu au cours de l'enfouissement de la céramique .

La nature de l'altération peut être des plus variée suivant la nature de la céramique et les conditions biochimiques et géochimiques propres au site .

Au cours du temps la céramique subit des modifications susceptibles de produire des régénérations de phyllites frittées ou des néogénèses de phyllosilicates aux dépens, soit des verres céramiques, soit des silicates d'alumine détritiques .

A cette ambiance physico-chimique générale (ou ambiance "archéochimique") du site, s'ajoutent, en certains points, des conditions particulières dont il faut aussi tenir compte. Ainsi, la céramique, couverte d'efflorescences, d'une tombe "ossuaire " peut être chargée de sels de phosphore, ou de sels métalliques, si les dépôts d'armes ou de bijoux métalliques sont nombreux. De même, les céramiques brisées d'un atelier de fondeur peuvent présenter un très fort enrichissement en sels de métaux (Cu, Sn, Pb, Ag, etc) .

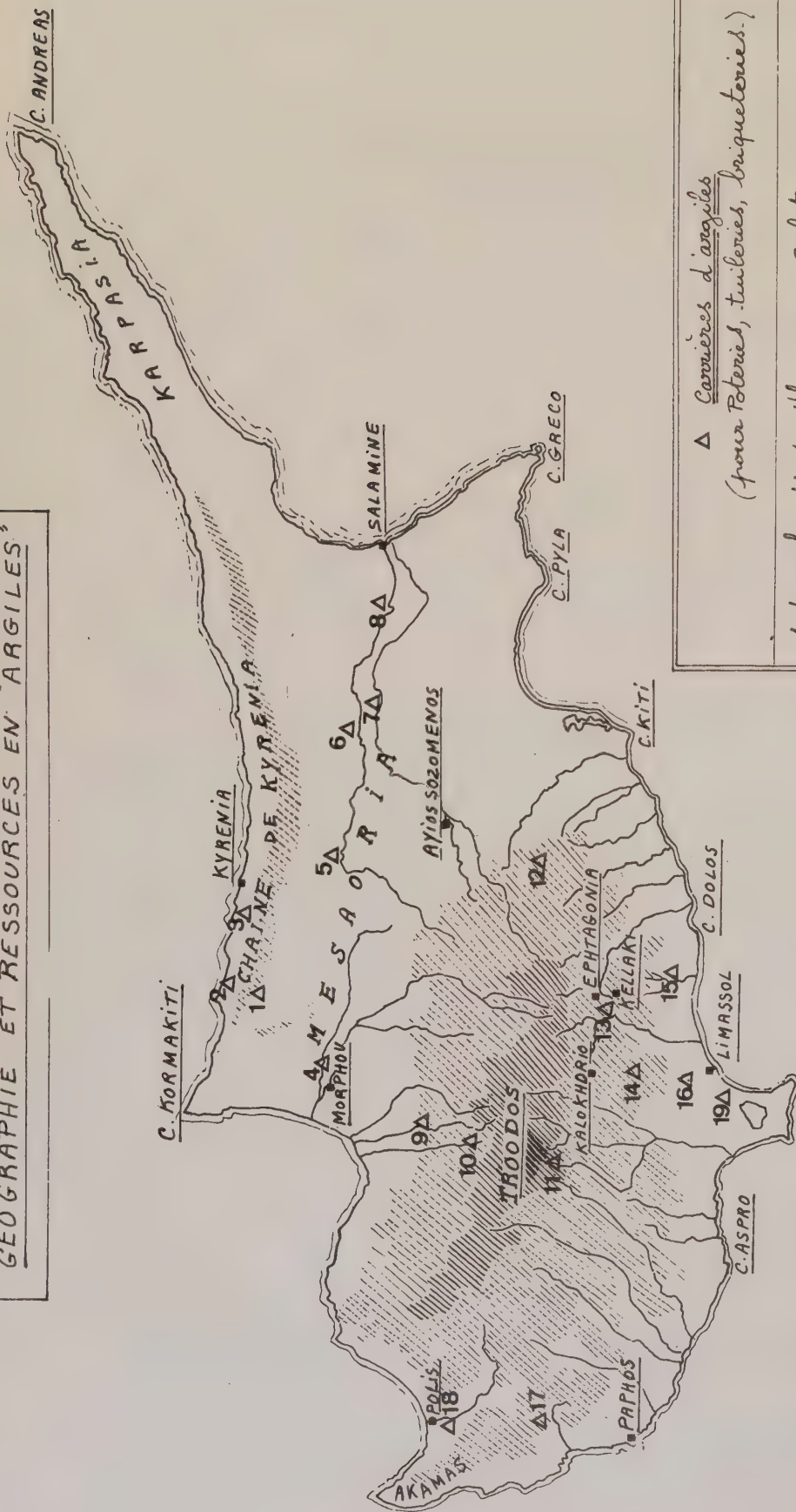
L'étude de ces modifications secondaires est nécessaire avant de pouvoir interpréter les résultats d'analyses - principalement de l'analyse chimique des éléments majeurs ou à l'état de traces - en vue des études de comparaisons et des recherches de provenances.

DEUXIEME PARTIE

APPLICATION

ETUDE DES PRINCIPALES CLASSES DE
LA CERAMIQUE
CHYPREOTE DU BRONZE RECENT

GEOGRAPHIE ET RESSOURCES EN "ARGILES"



Δ Carières d'argiles
(pour Poteries, tuileries, briqueteries.)

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. Larnaka tis Lapiithou | 10. Galata |
| 2. Vasilia | 11. Phini - Kato - Phlatres |
| 3. Karmi - Ayios Georgios | 12. Kormos. |
| 4. Kyra / orgos. | 13. Kellaki |
| 5. Mia Milea. | 14. Yerasa |
| 6. Amgastima. | 15. Moni |
| 7. Strongylos. | 16. Ayia Phyla |
| 8. Gaidouras. | 17. Kathikas. |
| 9. Ayios Theodoros | 18. Pothkromi |
| | 19. Zebn. |

C. = Cape.

CHAPITRE I

GENERALITES SUR L'ILE DE CHYPRE

A - LA STRUCTURE GEOLOGIQUE DE CHYPRE

L'île de Chypre est située en Méditerranée Orientale, entre la côte anatolienne au Nord, la côte syro-palestinienne à l'Est et la côte africaine au Sud.

Les profondeurs marines les plus importantes et les plus proches de la côte sont situées à l'Ouest et au Sud de l'île.

L'île comporte 3 régions principales :

- au nord, l'étroite chaîne de Kyrénia ;
- au sud, le massif du Troodos, qui culmine à 2 100 mètres ; il se prolonge au sud-est par les collines des régions de Paphos et Limassol ;
- entre ces deux massifs montagneux existe une plaine centrale large de 50 kilomètres : la Mésooria.

I - LA CHAÎNE DE KYRENIA

La chaîne de Kyrénia est une "cordillère", large de 3 kilomètres et longue de plus de 150 kilomètres.

Permien-Jurassique

La zone axiale est constituée de calcaires recristallisés et bréchiques, de cipolins, de phyllades, dont l'âge s'échelonne du Permien au Jurassique. (Formation de Dhikomo, Sykhari, Hilarion).

Le Crétacé

Il est représenté par des marnes calcaires, des calschistes rosâtres, des cherts contenant des roches volcaniques : pillow lavas basaltiques, "rhyolites porphyriques", ainsi que des roches intrusives : syénites, trachy-andésites, feldsites, teshénites (Moore, 1960, p. 16) - (lower Lapithos : Maestrichtien).

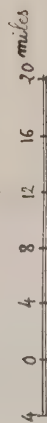
Les calcaires crayeux de Lapithos, au passage de l'étage inférieur (lower Lapithos) à l'étage moyen (middle Lapithos) présentent une discontinuité post Maestrichtienne.

Eocène

Dans la partie orientale de la chaîne seulement, existe une formation terrigène de l'Eocène supérieur : le flysch de Kalogréa-Ardhana (Barroz, 1970), inséré entre les calcschistes de Lapithos et l'élément superposé, le flysch transgressif et discordant de Kythréa d'âge Miocène moyen. Ce flysch calcaire, qui forme les bordures nord et sud de la chaîne, est principalement constitué, après un conglomérat de base par des marnes riches en éléments détritiques, de marnes argileuses (Vasilía), de greywackes, de calcarénites et de calcaires en dalles.

CHYPRE

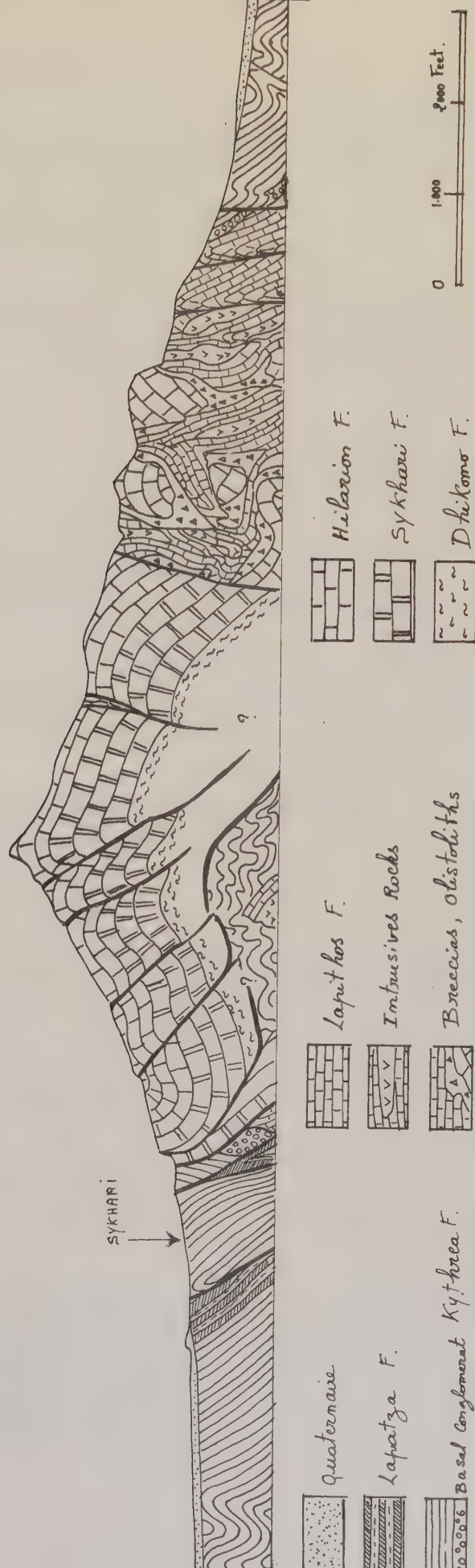
CARTE GEOLOGIQUE



FORMATIONS	GROUPES
	PLEISTOCENE
	NICOSIA-ATHALASSA } MESAORIA
	MYRTOU-PISSOURI }
	KORONIA } DHALI
	PAKHNA }
	KYTHREA
	LAPITHOS
	PERAPEDHI
	MAMONIA
	SIKHAARI-DIKHOMO. } TRYPA.
	HILARION }
	ENSEMBLE PLUTOVOLCANIQUE du TROODOS.

Coupe géologique de la Chaîne de Kyrenia.

SW



D'après CH. DUCLOZ 1964

Oligocène-Miocène

Dans la zone occidentale de la chaîne de Kyrénia, les séries calcaires les plus récentes de la formation de Lapithos (ovgos formation) qui présentent un faciès récifal, sont attribuées à l'Oligo-Miocène (Upper Lapithos, Moore, 1960, p. 21).

Tectonique

Les formations antérieures au Miocène (Sykhari-Lapithos) sont redressées, séparées les unes des autres par un faisceau de failles. L'ensemble présente un aspect de klippe fiché dans le flysch de Kythréa fortement plissé.

II - LE TROODOS

a) Le Troodos central

Le massif pluto-volcanique basique est constitué, depuis son centre cristallin jusqu'à sa périphérie, d'un "noyau" de dunite à enstatite et olivine ; ensuite, vient une zone périphérique comportant des séries à pyroxènes : harzburgite-wehrlite ; l'ensemble est entouré de gabbro, puis par des roches granophyriques ; enfin, apparaissent des diabases qui forment les plus vastes affleurements.

A la partie supérieure des diabases, on voit apparaître une structure en dykes subverticaux à peu près jointifs, à l'exception de rares zones à pillow lavas (basal groupe). Dans la série dite "lower pillow lavas", les dykes sont moins nombreux et les pillows lavas dominant. Enfin, dans les "upper pillows lavas", les dykes intrusifs et les sills sont relativement rares.

Une phase hydrothermale a produit une minéralisation pyriteuse diffuse des pillows-lavas et des séries filoniennes avec concentration dominantes de chalcopyrites à Skouriotissa, Kalavassos, Limni.

Le Crétacé

Le passage discordant aux formations sédimentaires est constitué par des séries volcano-sédimentaires de Perapedhi, attribuée au Campanien. Elles comprennent des shales chromifères, des shales manganifères, des shales à radiolaires, des radiolarites. Ces séries sont locales et très bouleversées. Le plus souvent, elles sont absentes et les séries calcaires de la base du groupe de Lapithos maestrichien reposent alors en discordance, directement sur les roches volcaniques.

Au dessus viennent des marnes tuffacées roses ou grises, puis des marnes crayeuses interstratifiées avec des cherts (Paléocène-Eocène), suivies de craie blanche à cherts libres contenant, à la période finale, des intercalations de calcarénites (Miocène inférieur - Pantazis, 1967, p. 60).

Tectonique

Le dôme du Troodos est cassé au nord par un réseau de failles nord-sud et, au sud-ouest par deux failles principales : nord-ouest - sud-est.

Lors des mouvements orogéniques, il a été brisé en deux blocs. La partie sud, plus fortement soulevée, constitue le Kellaki (de Vaumas, 1959 - Lapierre, Rocci, 1967). La zone de cassure est masquée par une dernière coulée basaltique sous-marine (Ephtagonia - Kalokhorio).

III - REGION SUD-EST DE L'ILE (Sud de la ligne de Cape Dolos - Polis)

Cette région présente de nombreux affleurements de formations anciennes (ante-Maestrichiennes) ainsi que des formations liées à la mise en place des formations ophiolitiques.

1) Les formations anciennes d'âge Triasique

Elles constituent le groupe sédimentaire de Mamonia, contenant des grès à végétaux, des grès d'Akamas, des shales rouges indurées, des calcaires à halobies et des cherts. Par contre, le complexe igné d'Ayia Varvara est caractérisé par des roches métamorphiques, des laves et des serpentines.

2) Les formations d'âge Campanien-Maestrichien

Ce sont des séries volcaniques sédimentaires de Kannaviou, à agglomérat de laves, grès tuffacés, argilites indurées (Lapierre) et la formation de Moni (Pantazis, 1967), qui est un wild-flysh, contenant des blocs du groupe de Mamonia "emballés" dans une argile brun-pâle (bentonite à radiolaires).

Ces formations anciennes ou plus récentes sont recouvertes, en discordance, par les formations transgressives du groupe de Lapithos-Lefkara, communes au Troodos et décrites précédemment.

IV - LES SERIES TARDIVES DE CHYPRE

1) Formations communes à la Mésaoria et aux autres régions

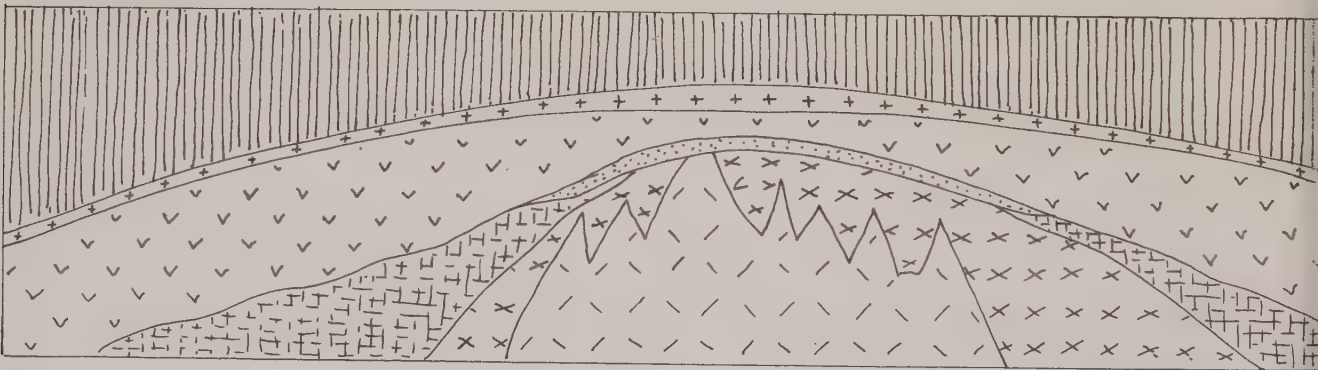
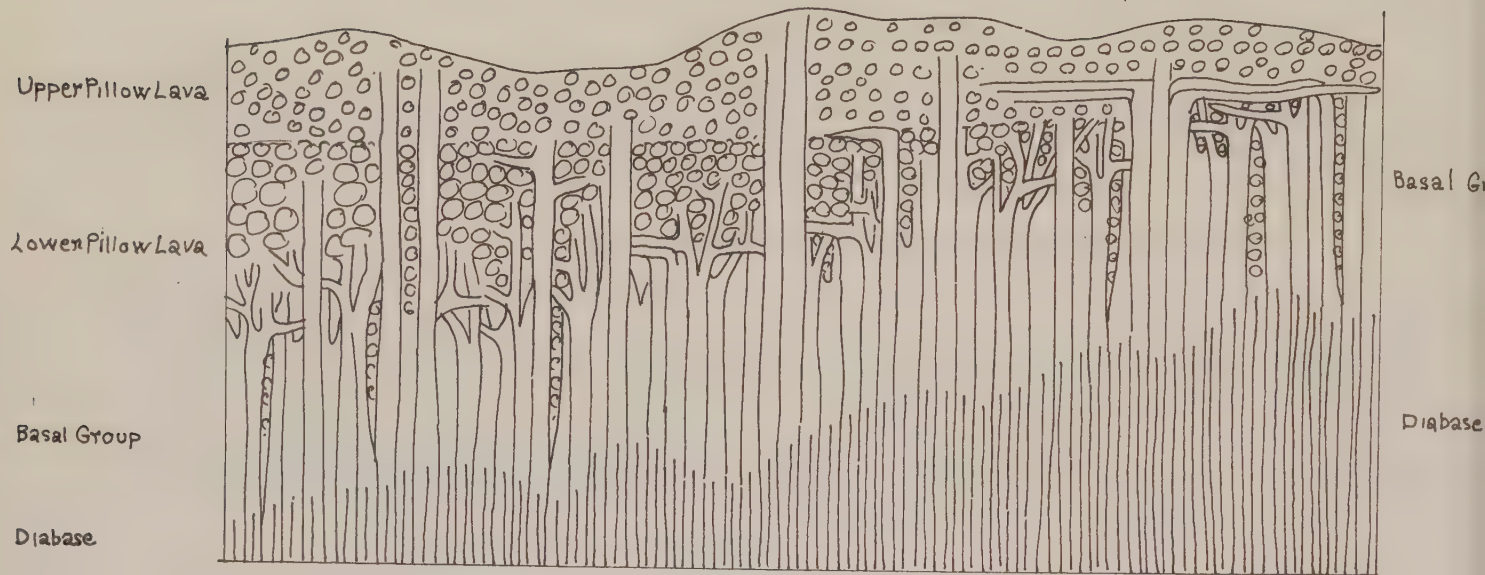
La fin du Miocène inférieur est marqué par une discordance. La première formation du Miocène moyen, dite de Pakhna, est transgressive. Elle est constituée de marnes plus ou moins argileuses, de couleur crème ou grisâtre, de calcaire bioclastique brun jaune, de calcaire dur à foraminifères, blanc, discospirina de Dhali (Ghass, 1960), puis de calcaire brun-jaune massif et de calcaire schisteux. La phase terminale de cette formation, qui affleure en différentes régions de l'île, présente deux faciès : un faciès lagunaire gypsifère au sud de la chaîne de Kyrénia (Lapatza formation) et au sud-est de Troodos (Kalavassos formation - Pantazis, 1967) et un faciès récifal (koronia formation) en certains points (Vouni, Ayios Théodoros, Cape Pyla).

Le début du groupe de la Mésaoria, qui correspond à une régression, est marqué par une discordance qui comprend les marnes de Myrtou du Pliocène inférieur (Plaisancien), formation locale qui affleure dans la vallée de l'Ovgos et contient des calcaires coquilliers, des marnes grises, jaunes ou blanches, des conglomérats et des lits de galets.

Au dessus viennent les "marnes Khaki" du Pliocène (Pissouri marls). Elles affleurent largement en Mésaoria centrale, tandis qu'au sud du Troodos, elles sont localisées à la baie de Larnaca, Cape Dolos, Cape Aspro et la plaine de Polis. Il s'agit, le plus souvent, d'un calcaire pulvérulent, riche en éléments détritiques fins avec, quelquefois, des argiles calcaires, très riches en tests de foraminifères.

Les formations d'Athalassa et de Nicosia, du début du Pliocène récent, reposent en concordance sur ces séries. Elles sont rares au Sud-est du Troodos, mais affleurent largement dans la Mésaoria et sur la côte nord de Chypre.

Coupes géologiques schématiques des formations pluto-volcaniques du Troodos.



Diabase



Granophyres



Gabbro



ultra-basique
Peridotite - Pyroxenite Group.

ultra-basiques



Harzburgite-Wehrhite Group.



Enstatite-olivinite



Dunite.

Ces formations correspondent à une transgression marine ; les faciès lithologiques sont variés : conglomérats, marnes à foraminifères, calcaires bioclastiques, molasse.

Le Pléistocène

Il comprend des formations marines et des formations continentales. Les faciès marins sont caractérisés par un pourcentage important de matériel fin et par la présence de mollusques marins et de foraminifères (Calabrien). Suit une régression ayant laissé trois terrasses marines successives supportant des grès dunaires dont la plus récente est Tyrrhéniénne.

Les faciès continentaux

Ils sont caractérisés principalement par le "fanglomérats" du Pléistocène (Villafranchien) formé de galets et d'éléments plus fins provenant d'alluvions torrentielles contemporaines du soulèvement du Troodos et de la chaîne de Kyrénia. Ils sont légèrement cimentés en surface.

Tectonique

Les discontinuités indiquent des phases d'orogénèse au Miocène moyen, entre la formation de Pakhna et les marnes de Myrtou, puis à la fin du Pliocène inférieur, avant ou lors de la transgression d'Athalassa.

La région de Myrtou aurait été émergée plus tôt que le reste de la chaîne de Kyrénia.

Le rivage marin Pléistocène du massif du Troodos se situait dans la région de Dhali, au niveau de Xéri et Ayias Sozomenos (Gass, 1960, p. 56).

Les formations détritiques et alluviales récentes comportent des sols rouges (paléosols climatiques), des terrasses fluviales (Older and Younger Terraces), des sables éoliens (Morphou, Salamine) et des alluvions de plaines (Mésaoria, Polis, Paphos, etc...), des travertins et des encroûtements climatiques calcaires, tendres (le Havara), ou très indurés (le Kafkala). (Pantazis, 1967, de Vaumas, 1961).

2) Les terres plastiques de formation tardive

Elles proviennent de formations importantes continentales :

- a) Limons argileux-marneux alluviaux des dépôts d'eaux douces fluviales (séries à vertisols ou sols hydromorphes).
- b) Colluvium des sols rouges fossiles, formé aux dépens de la formation de Kythréa (Myrtou), des diabases et du basal-group (Kornos, Galata, etc...), du fanglomérats Rott-lehm de Zakaki et sols brun-rouge de la Mésaoria.
- c) Colluviums de sols brun-jaune ou gris, provenant de l'altération actuelle des diabases granophyre, etc... (Kato Platres - Phini), soit de formations très localisées d'altération résiduelle.

1 - sols calcimorphes des marnes calcaires ;

2 - poches de Terra-Rossa, fossile des calcaires durs de la zone axiale de la chaîne de Kyrénia et des "Kafkallas" ;

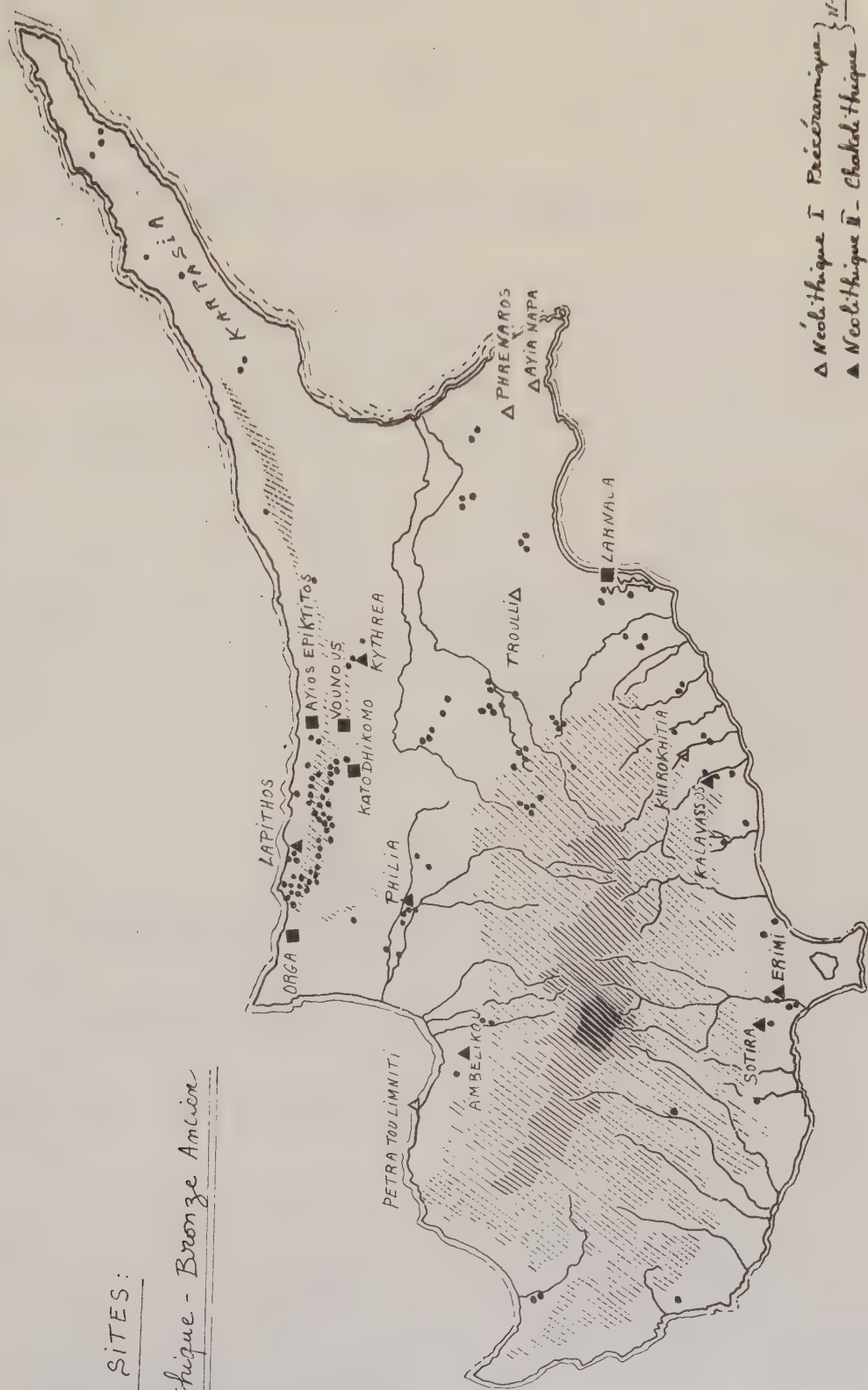
3 - Remplissage argileux des zones cisailées, minéralisées ou non (serpentes de Parrekliissa) - (pillows lavas d'Apliki, Mathiati, etc...).

GEOLOGIE DE CHYPRE

GEOLOGIE DE CHYPRE											
QUAT.		Pleistocène		RECENT		REGRESSION: "TERRASSES MARINES" - "FANGLOMERATE" continental (Thyrrenien?) (Villafrancien?)					
TERTIAIRE		PLIOCENE		MESORIA G.		ATHALASSA F. (Cababrien?)				ATHALASSA F.	
		Superieur		ATHALASSA F.		ATHALASSA F.					
		Inférieur		KYRENIA F.		NICOSIA F. (Astien)		PISSOURI MARL			
				MYRTOU MARL (Plaisancien)							
		MIOCENE		DHALI G.		PAKHNA FORMATION					
		Superieur									
		Moyen									
		Inférieur									

LES SITES:

Neolithique - Bronze Ancien



- △ Neolithique I Pré-céramique
- ▲ Neolithique II - Chalcolithique
- Sites archéologiques du Bronze Ancien
- Noms cités du Bronze Ancien

4 - sol de biostasie des pinèdes du Troodos (Xerorendzines et "raw Soils" sur les roches ultrabasiques) - (Soteriades et Grivas, 1961).

5 - poches d'argile verdâtre de décalcification des puits et des chambres d'infiltration des eaux dans les Havara et Kafkalla.

B - LES SITES ARCHEOLOGIQUES DE CHYPRE

Préhistoire

Les premières installations humaines connues sont situées dans la chaîne de Kyrénia où l'on a trouvé des silex taillés de date non précisée, (E. Stockton, 1968).

Néolithique pré-céramique (5 800 - 5 500 ans avant Jésus-Christ)

Les premiers villages de Chypre sont situés au sud de l'île : Khirokitia, Phrénaros, sur l'affleurement de Ayia Napa au sud-est ; au nord-ouest, l'îlot de Petra tou Limmiti.

Il semble que l'ensemble de l'île ait été occupé dès cette époque, même si l'habitat y était peu dense.

Néolithique II - Céramique chalcolithique II

Au sud de l'île : Khirokitia est un site important comme Kalavassos, Sotira, Erimi. Au nord du Troodos, Ambelikou, Philia dans la Mésaorée, Kythréa et Lapithos dans la chaîne de Kyrénia.

La carte de répartition fait apparaître, aux périodes anciennes, des zones de plus forte densité.

Bronze ancien

Au cours de cette période, les sites archéologiques connus sont nombreux. Il y a des habitats et des cimetières à tombes collectives.

Aux Piémonts du Troodos, ce sont surtout les régions sud et à l'amont des vallées du Yialias et du Pédieos. La plus forte concentration d'habitat se trouve dans la chaîne de Kyrénia et incluse dans le triangle allongé qui, d'ouest en est, va d'Orga à Ayios Epiktotos, Kato-Dikhomo.

Le site qui a livré le matériel funéraire de terre cuite rouge lustré le plus original est : Vounous.

A l'est de la Mésaorée, la région des "Salines de Kition" possède plusieurs agglomérations. La cité de Kition (Larnaka) remonterait, par conséquent au "bronze ancien" (Karageorghis, 1960).

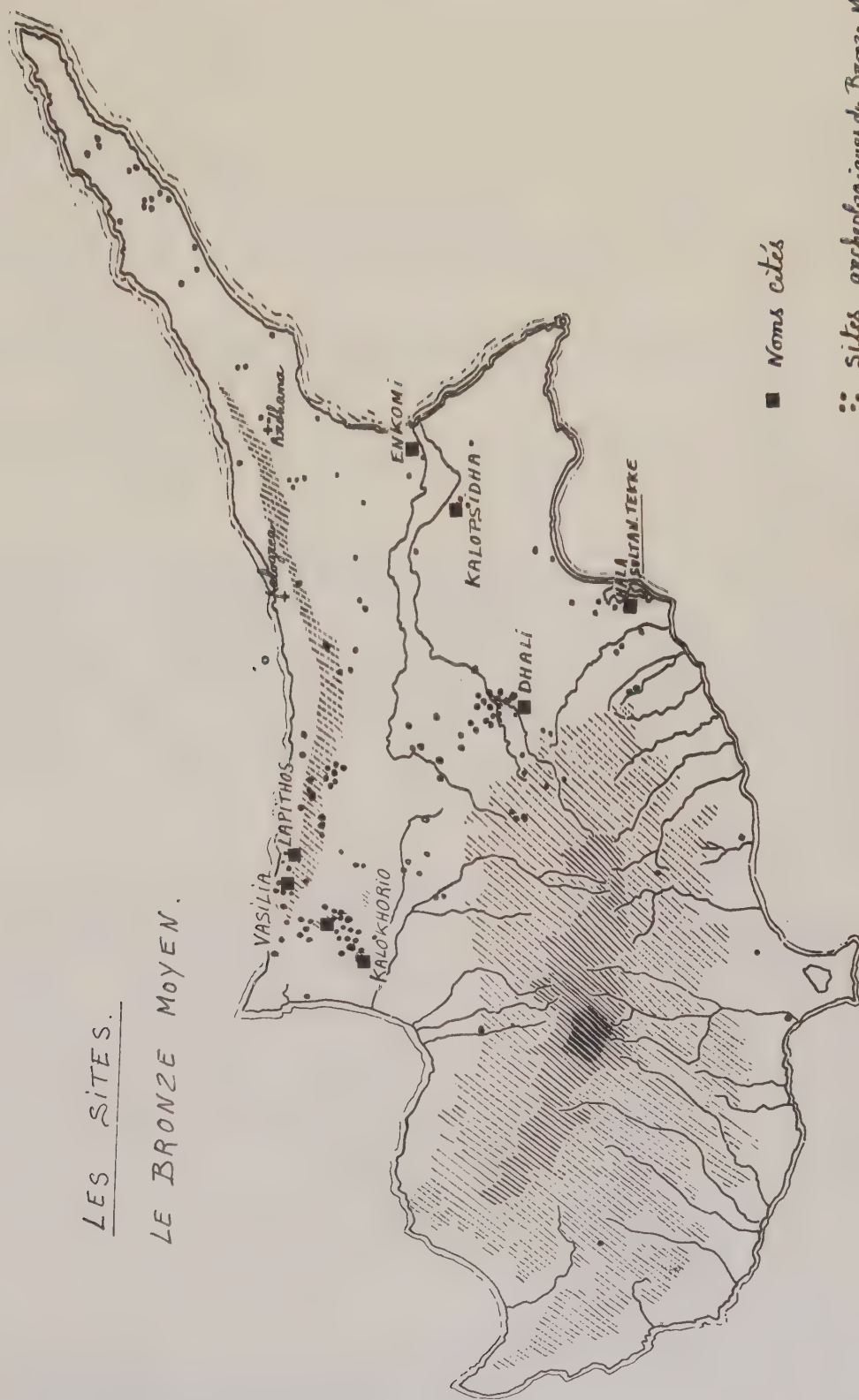
Bronze moyen

Les sites connus se situent presque tous dans la moitié nord-est avec une forte concentration d'habitat et de tombes, d'une part, dans la région de Dhali et en amont dans les zones cuprifères, d'autre part, à l'extrême est de la chaîne de Kyrénia, aux alentours de Myrtou-Kalokhorio et de Lapithos-Vasilia, sur la côte nord. Le site largement fouillé d'Enkomi, situé au milieu de la côte à l'est de la Mésaorée, semble prendre naissance au cours de la phase III du "Bronze moyen" (Schaeffer - Courtois 1952, 1959).

Plusieurs sites de la fin de cette période sont fortifiés, en particulier dans la péninsule de Karpashia.

LES SITES.

LE BRONZE MOYEN.



■ Noms cités

••• Sites archéologiques du Bronze Moyen

(+ Noms cités page 132)

D'après Catling

Bronze récent

En l'état actuel des connaissances archéologiques, deux villes dominent cette période ; elles sont situées en plaines côtières, à proximité de la mer ; elles pratiquaient un commerce important avec les régions côtières les plus proches, ainsi qu'avec l'Egée et l'Egypte : Enkomi, cité principale de la Mésoirie à l'âge du Bronze et Kition (ancienne Larnaca) dont la situation est privilégiée. En effet, son arrière pays est riche en gisements cuprifères diffus ou denses : Troulli, Sha, Kalavassos. Ses ressources en sel alimentaire, renommés dans l'Antiquité, sont inépuisables. De plus, l'albâtre gypseux, la serpentine, la terre verte et les ocres jaunes, rouges, brun-noir, ainsi que les terres à foulon, affleurent en de nombreux points des environs de cette ville (Pantazis, 1967).

C - ETUDE ARCHEOLOGIQUE SOMMAIRE DE LA CERAMIQUE ANCIENNE DE CHYPRE

Dans la terminologie, nous avons conservé le plus souvent les qualificatifs en langue anglaise, de la classification suédoise, chypriote et anglaise, qui a guidé ce travail.

Néolithique II - III

Dès son apparition (vers 3 500 avant Jésus-Christ), la céramique, très diversifiée, a des formes et des dimensions variées ; les techniques de décor sont élaborées et réalisées principalement à l'aide d'un engobe rouge raclé au peigne (combed ware). Cette céramique a été souvent comparée à la céramique anatolienne. Les échanges culturels et commerciaux avec l'Anatolie sont confirmés par l'importation à Chypre d'obsidienne (Bucholz, 1970). Ensuite se développe la céramique "red on white", dont Erimi a donné les plus beaux exemples, caractéristiques de la phase III du néolithique et de l'âge chalcolithique.

Bronze ancien

La céramique de cette période connaît un développement original des types céramiques de Chypre qui s'ornent de décors en relief (figuratifs ou non) et incisés. La caractéristique technique est l'engobage, souvent épais, bien lustré et soigneusement poli qui dissimule la couleur propre à la pâte céramique.

Ces céramiques, bien oxydées au cours du chauffage, sont rouge-vif ; quelques unes, cependant, sont noirâtres. Elles ont alors été rapprochées de la céramique dite de Khirbet-Kerak de Palestine. Il convient toutefois de noter que leur bord et leur intérieur noircis (comme la céramique badarienne) les opposent à la poterie dite de Khirbet-Kerak qui est noire à l'extérieur, avec un bord et un intérieur rougeâtres. Le site dominant cette période est Vounous.

Certaines céramiques de la phase finale de cette période proviennent, suivant les études archéologiques, de Crète, (Dikaïos, 1954).

Bronze moyen

Sous l'influence présumée de la Syrie du nord, la céramique "red polish" est supplantée par la céramique à décors peints (white painted) dont les styles régionaux successifs sont variés. La fin de cette période est marquée par l'apparition d'une céramique gris-noir, réalisée en "cuisson probablement réductrice" faite au tour de potier ; c'est la "black punctured" dite de Tell-el-Yehudieh.



•• SITES DU BRONZE RECENT

● NOMS CITÉS

La seconde moitié de cette période est marquée par l'apparition de la céramique "red on black", suivie de la "red on red". Cette céramique, aux formes traditionnelles, à fond rond, est caractérisée par son engobe qui, semble-t-il, est un "verniss", c'est-à-dire un engobe argileux fin, enrichi en alcalin. Cette technique, qui sera celle de la fabrication de la peinture des céramiques du "palace style", paraît avoir été connue en Crète dès le style de Kamarès (ou peut-être même avant). Le vernis, avant cuisson, est décoré de "repeints blancs (marnes "cuisant blanc" probablement ou "bleached earth") effacée par la cuisson ou l'altération (?).

Notons qu'un atelier de potier du "bronze moyen" a été reconnu par Gjerstad à Kalopsidha ; ceci explique l'homogénéité d'aspect des séries "white painted" et "composite ware" de ce site.

Suivant le regroupement de l'ensemble des observations microscopiques (tableau ci-contre) dès les périodes anciennes, on peut remarquer des échanges de céramiques entre les diverses régions de Chypre.

D - LE BRONZE RECENT A CHYPRE

La répartition de l'habitat (carte ci-jointe), du "Bronze récent", n'est pas différente de celle du "Bronze ancien", mais les sites archéologiques d'habitat ou funéraires connus sont plus nombreux. Les régions ouest de la chaîne de Kyrénia, ainsi que la Mésooria, sont les mieux connus : Enkomi, Miléa, Myrtou. Notons en passant un usage particulier aux Anciens de l'île, qui consiste à enterrer leurs morts dans des cavités ovoïdes, aménagées sous les croûtes calcaires (d'origine climatique probable) nommés : Havara, Kafkalla.

Depuis quelques années, Pyla et Kition prennent une importance archéologique grandissante, et les connaissances sur Kourion et Paléapaphos, au chypriote récent, s'enrichissent ; par contre, les sites de la région de Polis ou Chrysokou sont peu étudiés.

LA CERAMIQUE DU BRONZE RECENT

Suivant les observations de stratigraphie archéologique réalisées en Mésoorie orientale, on peut distinguer, pour la classification de la céramique de Chypre, deux grandes phases dans l'Age du "Bronze récent", dit aussi "chypriote récent".

- Une première phase correspond à la Pax Aegyptiaca, qui va de l'expulsion des Hyksos d'Egypte (vers 1660-1550), à l'invasion des "Peuples de la mer", au début du XII^{ème} siècle ; c'est une phase de commerce maritime intense en Méditerranée orientale.

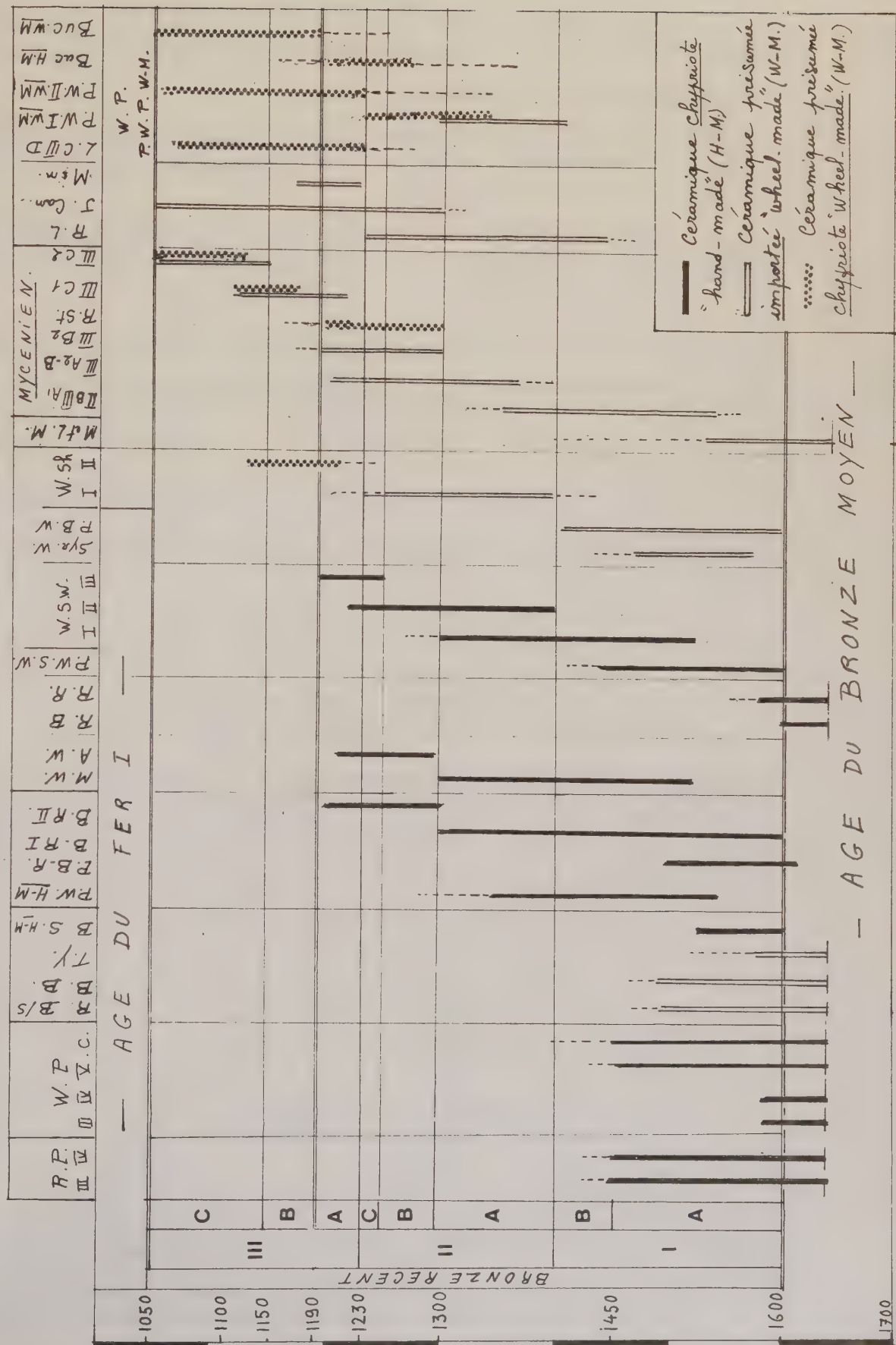
La céramique est d'une grande diversité ; elle comprend des types traditionnels locaux, des types nouveaux, des types importés, des imitations.

- Une seconde phase est contemporaine des vagues successives de "Peuples de la mer" (Achéens, Philistins), de la culture dite mycénienne III - C¹ et III - C². La céramique chypriote est alors beaucoup plus homogène d'aspect ; il n'y a plus de distinctions notables entre les types locaux et les types présumés d'importation.

AGE DU BRONZE A CHYPRE:

Tableau schematique du Classement chronologique des types de Céramiques.

R.P. = Red polish.	B.B. = Black burnished.	P.B.R. = Bre. Base ring.	Syr. W. = Syrian Ware.	R.L. = Red lustrous ware.
W.P. = White Painted.	T.Y. = Tell. El. Yehudiye.	B.R. = Base ring.	P.B.W. = Palestinian Brichrome W.	L.P. III D. = Late chypriote III decorated
W.P.C. = Composite Ware.	B.S. = Black slip.	P.W.S.W. = Proto white slip. W.	W.Sh. = White Shaved Ware	Mim. = Minoan ware
R.B. = Red burnish.	P.W. = Plain white H.M.	W.S.W. = White slip ware.	M.L.M. = Middle-Late Minoan	Buc. = Buecheron.
				W. = Ware.



- La céramique de la première phase du "Bronze récent" (LC. I et II)

Dans la première phase du bronze récent, il convient de distinguer plusieurs groupes différents dans la typologie des céramiques trouvées à Chypre.

A) Les survivances constituées par :

- des types anciens façonnés à la main et relevant soit de la tradition datant de l'âge du "Bronze ancien" : "red polish"*- "black polish", soit de l'âge du "Bronze moyen" : "white painted ware" HM.*

- des types communs au "Bronze moyen" et au début du "Bronze récent" façonnés au tour, à l'imitation de la céramique levantine : "black punctured"*, "red slip" W M, "black slip" H M.

B) Les types propres à la première phase du "Bronze récent" qui comprennent :

- des types considérés comme de fabrication chypriote par la presque totalité des archéologues et qui sont, soit faits à la main : "monochrome ware*", "base ring ware" *, "white slip ware"*, soit réalisés au tour : "rude style" *, de finition mycénienne.

Toutes ces céramiques ont été largement exportées de Chypre.

C) Des types considérés comme importés dans l'île et qui sont tous faits au tour, dont l'origine probable est :

- soit l'Egée : Mycénien III A* - Mycénien III B* ;
- soit la côte levantine et son arrière pays : "syrian ware"*, jarres canaanéennes* et "Bichrome palestinian ware" *;
- soit l'Anatolie occidentale : "grey minyan ware"* ;
- soit enfin d'une région indéterminée : "red lustrous ware"*.

D) Les types caractéristiques de la seconde phase du "Bronze récent" (LC III B)

Les quelques types de céramiques étudiées, faites durant cette période, appartiennent à la céramique :

- soit faits au tour

- Céramique fine ornée :

- type mycénien III C¹ a* (1)
- type mycénien III C² a* (1)
- LC III decorated b* (2)
- protowhite painted b* (2)

- Céramique commune :

- "plain ware" W M II*

- Céramique à engobe :

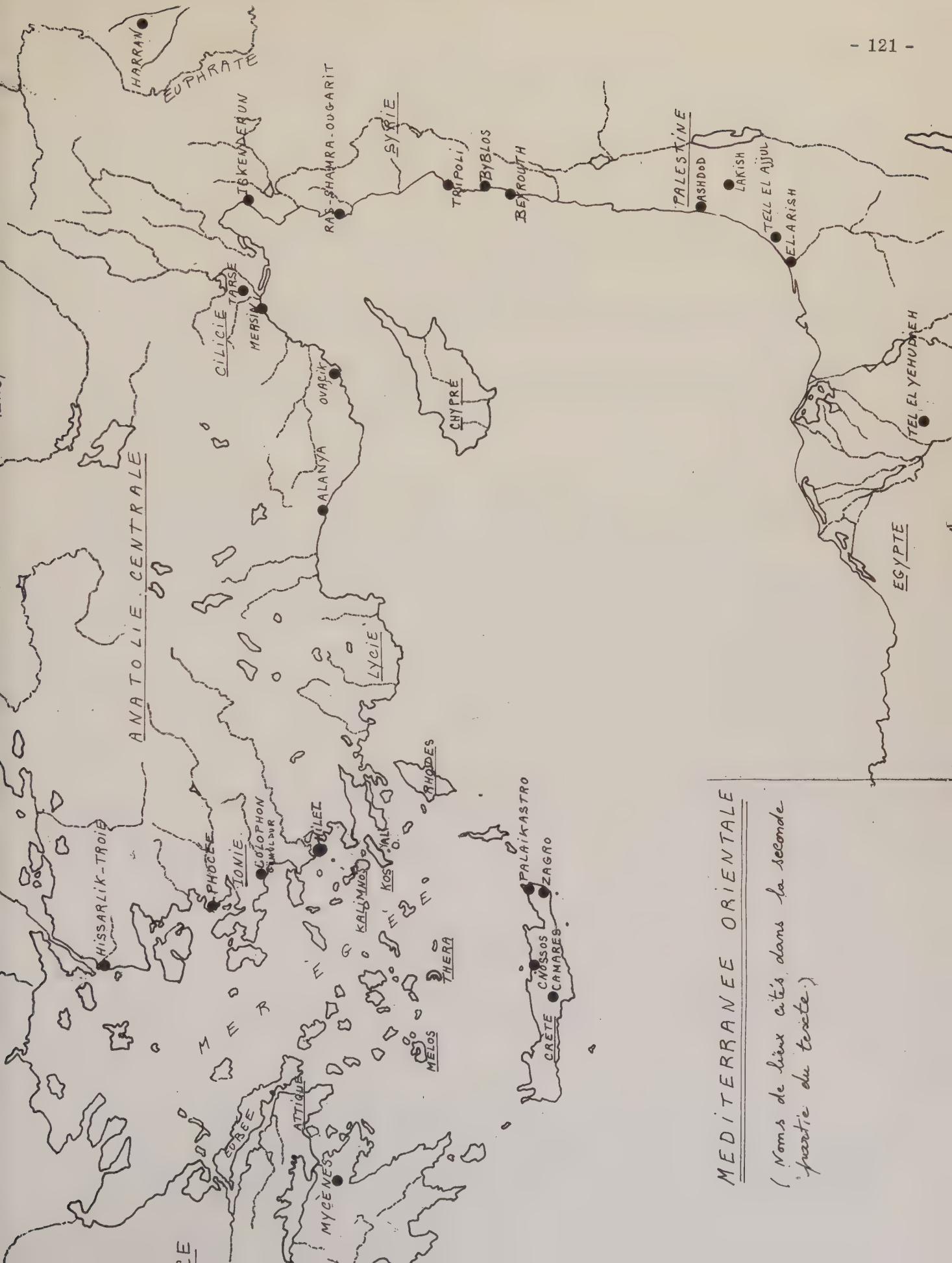
- bucchero "black slip wheel made"*

- soit façonnée à la main

- "red coarse" : cooking pot. *

* Types dont quelques spécimens sont analysés dans les chapitres suivants.

Note : Pour plusieurs auteurs, ces céramiques (1) sont d'abord importées, puis copiées, donc de fabrication locale. Les autres céramiques (2) sont de fabrication locale.



MEDITERRANEE ORIENTALE

(Noms de lieux cités dans la seconde partie du texte.)

CHAPITRE II

LES SURVIVANCES

ETUDE COMPAREE DES TYPES TRADITIONNELS

ET DE TRANSITION

Nous avons regroupé ici les céramiques de types communs au début du "Bronze récent" et aux périodes antérieures.

Elles ont été trouvées soit dans des niveaux ou des tombes isolées chalcolithiques et du "Bronze ancien" (Ambelikou, Linou, Vounous), du "Bronze moyen" (Kalopsidha) ou du "Bronze récent" (Akhéra).

I - LA "RED POLISH II - IV

Cette classe, qui comprend des céramiques à engobe rouge, a été définie par Stewart (1962).

L'Examen microscopique permet de distinguer plusieurs groupes :

A) Pâtes faites de terres d'altération résiduelle, issues des roches pluto-volcaniques (tableau ci-joint) (RP. II - III).

Les pâtes sont soit résiduelles, type xérorendzine, plus ou moins rubéfiées par la cuisson, soit comparables à un sol évolué rouge. Cette dernière série est rare (LM 69-80).

Les céramiques de Pyla (CS*. 1688) ne sont pas locales (principalement L M 69-85 - 69-20).

La céramique d'Ambelikou (C. M.) ne présente pas de caractères pétrographiques communs avec la céramique de type "Khirbet-Kerak" des sites palestiniens.

La céramique de Kato-Moni Kambia (CS 1523) est constituée de terres volcano-sédimentaires (formation de Pérapedhi).

B) Pâte sédimentaire détritique à éléments calcaires (R. P. III)

1 - Pâte riche en fragments métamorphiques

Pâte grise à rougeâtre, fond isotrope, riche en phyllites détritiques et en fragments foraminifères et grains calcaires. L'élément caractéristique est la richesse en grains lithiques arrondis ou en plaquettes et roches cristallophylliennes (Phyllades - quartzo-phyllade) (Vasilis CS 88, L M 69-52 A et 69-52 B).

Lame mince 69-25 (Akhéra - CS 1 410)

Lame mince 69-25 : idem, mais pâte plus cuite, grise isotrope.

* Abréviations : C. S. = Archological Survey - Nicosia .. C. S. A. = Chantier du Service
C. M. = Cyprus Museum. Nicosia .. des Antiquités, Enkomi
U. D. = Site levantin.

Céramiques anciennes de Chypre à pâte pléistocéanique (Bronze ancien.)

L. M. =	AMBELIKOU		PYLA		LINOU		KATO MONI-KAMBIA	
	69.28	69.29	6985	69.20	69.30A	69.30B	69.20	69.22
Amphiboles rouges phéochroïques	*							
Amphiboles Vertes		*	*	*				
Black shales							*	
"Bentonite" (?)	*		*	*			*	*
Fragts de roches blanches							*	*
Silicification.	*						*	*
Fragts Calcaires						*	*	*
Sol rouge (Résiduel)	*							
Fragts de roches siloniennes. (Amphibolites)	*	*		*	*	*	*	*

SEQUENCE MIGROLITIQUE

SEQUENCE GREUVE

2 - Pâte avant quelques fragments métamorphiques

Ces céramiques présentent toutes une portion variable d'éléments de terre résiduelle de roches cristallophyliennes dont un gisement caractéristique est encore actuellement utilisé à Karmi.

Lame mince 69-59 (Lapithos CS 526)

Lame mince 69-50 (Vasilis CS 88)

C) Pâte sédimentaire calcaire et quartz fin

Ces pâtes sont constituées d'une dispersion de calcite microcristalline, plus ou moins mêlée de grains de calcaire spathique. Le quartz anguleux, fin, bien calibré est assez abondant. La microfaune est, soit bien conservée, soit altérée dans les séries alluviales et colluviales.

Lame mince 69-21 (Linou CS 1639/51)

Lame mince 69-94 (Kalopsidha)

Lame mince 6 (Vounous)

Ces céramiques, faites d'une terre plastique comparable aux flysh calcaires de Kythréa, sont faiblement imprégnées d'éléments carbonés, incomplètement calcinés dans l'épaisseur de la pâte (Probablement combustible interne végétal, dont les traces sont nombreuses et imprégnation grasse de l'engobe pour son polissage), la fixité de sa brillance a été obtenue par frittage sur imprégnation, d'où une réaction "red black polish" de certaines céramiques de Vounous).

D) Pâtes à grains noirs de faciès concrétionné

Ces céramiques sont caractérisées par des grains lithiques calcaires, aux contours sinueux, zonés, noirs en lumière réfléchie, semi-opaque en lumière transmise.

Ces céramiques paraissent réalisées dans une marne argileuse du type boue sapropélique. Sur le plan technique, les structures en "Slumping" indiquent un tassage de la pâte, probablement par martelage.

Lames minces 69-26 (Kato-Moni CS 1523) - 69-90 - 69-87 - 69-55 A - C (Mersinia)

RX : calcite dominante. RX n° 69-87

E) Pâte argilo-marneuse à spicules de spongiaires

Microscopie

Pâte très pâle, faite d'une dispersion continue de calcite micro-cristallines et riches en foraminifères, avec quelques quartz fins et quelques rares éléments minéraux, issus des roches vertes.

Les spicules d'opale, souvent fragmentés, ont une couleur gris-mauve en lumière naturelle ; ils sont rarement épigénisés en calcite.

Ces céramiques de Pyla sont probablement locales (formations à spongolites).

CONCLUSION

Dès les périodes anciennes, on observe des échanges de céramiques "red polish" entre les diverses régions de Chypre. Ainsi, la céramique : lame mince 69-85 doit être rapprochée des pâtes cristallines du Troodos, tandis que la "red black polish" de Kalopsidha ou de Linou se rapproche, sans être semblable, des céramiques de Vounous.

Le type homogène de Mersinïa se retrouve à Kato-Moni ; la "red polish" d'Akhéra (lame mince 69-25) est comparable aux céramiques de la région Vasilïa-Karmi.

II - LA WHITE PAINTED ET "COMPOSITE WARE" (BRONZE MOYEN DE KALOPSIDHA)

Ces céramiques, à surface peinte en brun-rouge ou brun-noir, ont été définies par Åström (1957).

Microscopie

L'examen microscopique révèle quelques types dominants de pâtes :

A) Pâte rougeâtre mi-fine, formée d'une fine dispersion de calcite dans un fond isotrope, avec quelques aiguilles cristallines. Sable calcaire fin, constitué de foraminifères calcifiés remaniés : quartz, pyroxènes, amphiboles rouges, minéraux opaques, rares grains de quartzite ou radiolarite et fragments spilitiques.

Lames minces : 69-91 - 69-92 - 69-98 - 69-99.

Lame mince 69-93 : pâte présentant des grumeaux de décantation.

B) Pâte brun-gris verdâtre clair, mi-fine, à fond isotrope constellé de cristallites ultra-microscopiques de synthèse.

Seuls, les éléments figurés semi-réfractaires subsistent : quartz, feldspath, les autres laissent des vacuoles circulaires.

Lame mince 69-97.

C) Pâte grise verdâtre très fine, à quartz éclatés, feldspath, et riches en vacuoles. Traces de spicules ; gypse d'imprégnation ; fragments opaques.

Lame mince 69 III.

III - "RED ON RED"

Cette céramique, à surface luisante rouge, sombre, ou bien noire, et ornée de traits rouges, a été définie par Åström (1957).

Microscopie

Pâte très fine, riche en matériel détritique cristallin très fin, lié par un fond isotrope, riche en quartz fins, plages phylliteuses beige pâle, fragments de chert route semi-opaque et nodules calcaires.

Lame mince 69 B 17 (Kalopsidha)

Lame mince 69-96 : mêmes constituants, moins homogénéisés.

Conclusion

Le site de Kalopsidha présente des céramiques "white painted composite ware", faites dans un limon très finement sableux de type local, quelquefois décanté qui donne, suivant les températures de cuisson, une céramique brun-rouge clair ou verdâtre. Et, d'autre part, des céramiques "white painted" rappelant la céramique calcaire de Pyla ou de type "red on red", finement détritiques non calcaires, provenant probablement d'un "flysch terrigène" dont les principales caractéristiques géochimiques (B 17 ; tableau chimique, p.76) sont : la richesse en alumine : 24 %, malgré la silice libre (= quartz), la prédominance du magnésium sur le calcium, et du potassium sur le sodium.

Enfin, le site de Kalopsidha contient des fragments de jarres (lame mince 70-400), provenant, sans doute, d'un site syro-palestinien situé au sud de Tripoli.

IV - LA "BLACK PUNCTUREL WARE"

Céramique grise à noire, à surface lustrée sur engobe ou non, peu brillante, ornée de décors pointillés, imprimés ou gravés, qui porte aussi le nom de "Black slip III" (Karageorghis, 1965 - p. 48, 56).

Ces céramiques sont appelées aussi "type de Tell El-Yahudieh".

Formes

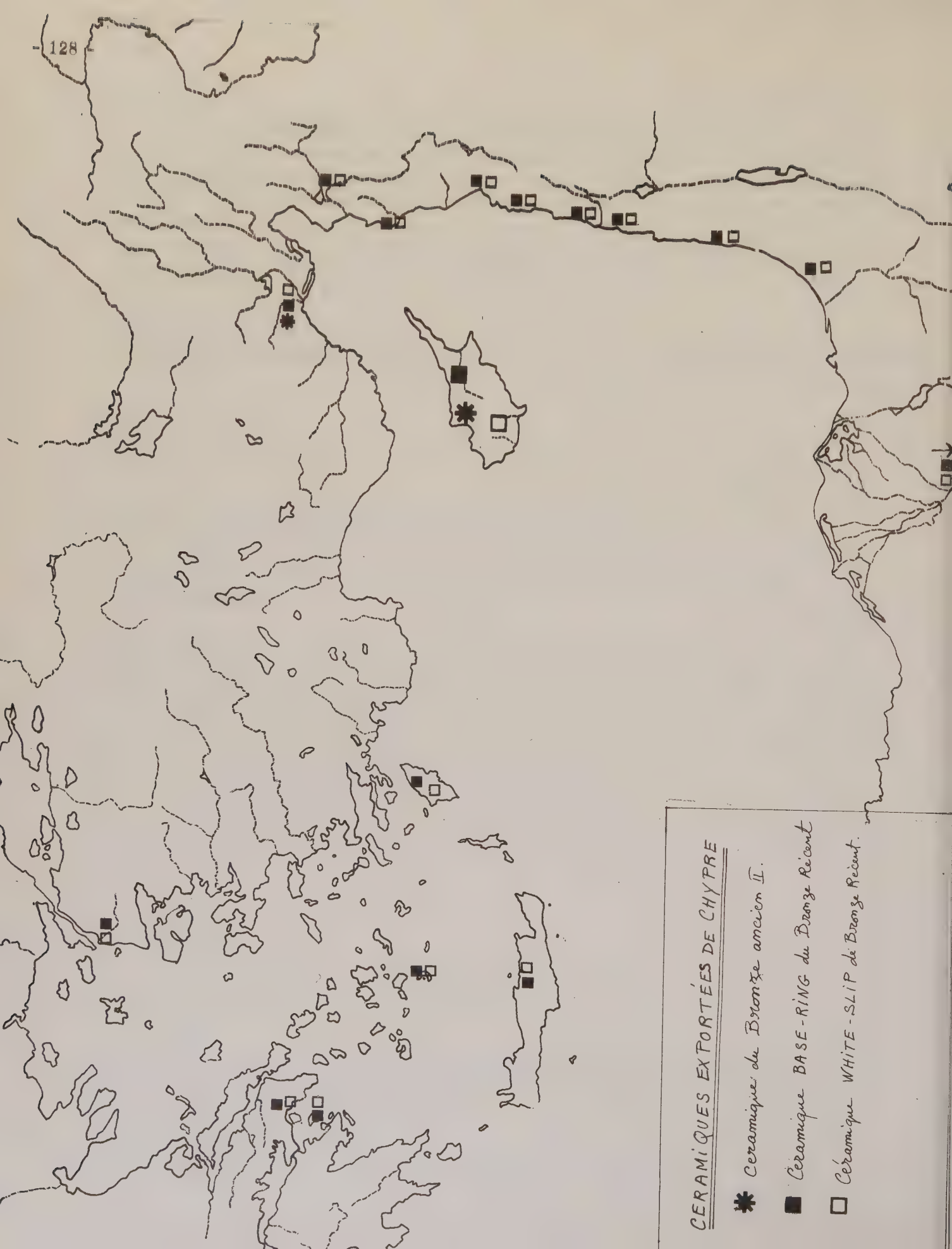
Les formes sont peu variées ; il y a surtout des cruchons à col étroit, et panse globulaire ou piriforme à base étroite, ainsi que de rares vases zoomorphes.

Microscopie

Pâte grisâtre, à fond isotrope, à dispersion de calcite, présentant des floculations opaques bourrées de microfaunes (foraminifères) bien conservés, emplis de calcite, quartz très rares, "éléments silexoïdes", fragment de radiolarite rouge, grenat brun-rouge, une amphibole brun verdâtre. Lame mince 68-45, V. D.

- Boue colluviale d'argile marneuse, modérément cuite en atmosphère non oxygénée, sans trace d'imprégnation carbonée notable (végétaux ou graisse).

Crétacé supérieur - P. Marie (Avec en amont des roches vertes).



CERAMIQUES EXPORTÉES DE CHYPRE

- * Céramique du Bronze ancien II.
- Céramique BASE-RING du Bronze Récent
- Céramique WHITE-SLIP de Bronze Récent.

CHAPITRE III

LES TYPES PROPRES AU "BRONZE RECENT"

INTRODUCTION

Ce paragraphe regroupe les céramiques les plus caractéristiques du "Bronze récent" de Chypre qui sont : "la monochrome", la "base-ring" et la "white slip ware".

I - LA CERAMIQUE MONOCHROME

Caractères typologiques

La définition de ce type est due à Sjöqvist (1940).

La céramique monochrome se caractérise par sa couleur le plus souvent rouge foncé ou brune, à pâte dure, sonore, contenant des granulations.

Les parois sont fines et le plus souvent raclées, ce qui semble indiquer que la terre plastique est difficile à monter en parois fines et qu'il faut, par conséquent, après façonnage, effectuer un "rabotage" des parois pour les amincir.

L'engobe léger (wash), rougeâtre, un peu plus foncé est étalé sans soin (type smeared wash).

Les formes les plus courantes sont :

- le bol dit à anse ogivale, horizontale et fond concave ;
- la jatte, de même forme, mais de dimensions doubles.

Etude au Laboratoire

Microscopie :

Pâte rouge orange, assez limpide, isotrope, riche en aiguilles de cristaux pléochroïques et en amphiboles plus ou moins rubéfiées.

Les autres éléments détritiques sont le quartz en grains arrondis, dont certains sont corrodés, grains lithiques de roche à lattes d'amphiboles (Lamprophyre micro-grenu), quartz et feldspath, épidote, nodules d'argile opaque indurée (Cherts) et traces de fibres torsadés (filasse ou ficelle).

Lame mince : 69-45 - 69-61 A - 69-61 B (Myrtou).

Rayons X

L'analyse diffractométrique indique, en dehors du quartz, des diffractions aux écarts de $17 \text{ \AA}$ à $10 \text{ \AA}$, puis un pic dominant aux alentours de $8,48 \text{ \AA}$ (amphiboles en cristaux ou en aiguilles). RX n° 69-45.

Conclusion

Ces céramiques présentent un microfaciès constitué de terre plastique des sols rouges, ainsi que d'éléments résultant de l'altération d'un complexe de roches filoniennes grenues et microgrenues, contenant des quartz arrondis et quelquefois corrodés. Ces céramiques sont montées à la main avec une armature fibreuse (Hampe, 1962). Photo XV.

II - LA CERAMIQUE : "BASE RING"

Ce type de céramiques, façonné à la main, doit son nom à la base annulaire sur laquelle elle repose et qui est étrangère aux traditions des potiers chypriotes. Sa classification est due à Sjöqvist(1940) et a été enrichie depuis par Hennessy (1963).

Caractères typologiques

Céramique à parois très fines, dont les aspects principaux sont les suivants :

a) Leather ware :

Céramique brun-orangé à brun noirâtre, à surface brillante lustrée sur engobe, légèrement plus foncée que la pâte. Cette céramique est légère, fine et de bonne cohésion.

b) "Base ring I" - grise

Céramique très fine, imperméable, gris-brun à gris noir ; grésée et bien conservée, à sections coupantes. Les tessons produisent un son métallique ; finition lustrée mate, à cause du grésage.

Le décor de ces deux séries est en relief ou incisé.

c) "Base ring II" à pâte grise comme "Base ring I", mais comportant un décor peint en blanc.

d) "Base ring II" à pâte rouge, à parois fines (ou épaisses), couverte d'engobe noir mat et à décor peint en blanc mat.

(Nous n'avons pas étudié de "proto base-ring").

Les formes

Ces céramiques comportent principalement des bols à anse ogivale, des cruches, des cruchons et des gourdes à panse lenticulaire ; les bouteilles fusiformes allongées (copiées sur les "spindle bottles red lustrous") ne sont plus rares.

Enfin, il y a des figurines-récipients en forme de taureau ou de figures humaines.

Filiations morphologiques

Dans son étude de la céramique de Stephanía, Hennessy (1963) a montré l'évolution du cruchon depuis la "black slip ware", la "protobase ring" jusqu'à la "base ring I" et de la "Choppe" à travers le "white painted V, H-M", le "black slip", la "proto base-ring ware".

Les cruchons multiples sont dans la tradition des cruches "red polish" de Vounous, en forme de coloquintes, Les cruches sont à rapprocher de certaines cruches "black slip ware", de "red on black" et, surtout, de la céramique bichrome à base en anneau. Remarquons que l'ouverture peut être de deux types :

1°) Circulaire en entonnoir, de tradition "red polish" du "Bronze ancien III" de Chypre.

2°) pontée, courte (forme traditionnelle en Anatolie, en Egée, etc...), qui apparaît aussi à Chypre au cours du "Bronze ancien".

Le caractère dominant des bols est la carène, habituel dans la céramique anatolienne dès le "Bronze ancien".

Enfin, ces céramiques appartiennent à la "famille des céramiques grises", copiant les vases métalliques (anse plate, parois fines et sonores). Matson (1965).

Etude au laboratoire

Suivant l'examen microscopique, nous distinguerons deux groupes :

1 - Groupe A

Microscopie (Tableau ci-après)

Ce groupe présentent les caractères suivants :

- pâte phylliteuse (sous-groupe A 1), brunâtre, ou pâte grise assez limpide, isotrope (sous-groupe 2), riche en quartz fin bien calibré et fragments de roches pulvérulentes sédimentaires, très fines, constituées de quartz et de phyllites.

Les observations sont regroupées sur le tableau ci-après.

A. T. D.

Les céramiques de ce groupe présentent, en analyse globale, une remarquable stabilité thermique. Le seul phénomène observé est le crochet de quartz aux environs de 576° C. L'absence de réaction exothermique indique que la couleur gris-foncé ou noirâtre de certaines de ces céramiques n'est pas due à une imprégnation carbonée.

Rayons X

a) Pâte grise isotrope en lame mince (poudre globale), sous-groupe A 1.

Peu de phénomènes de diffraction en dehors des pics de quartz qui sont forts. Diffraction faible autour de 3,20 Å, et un peu plus forte pour 2,45 Å.

b) Pâte brun-rouge phylliteuse en lame mince (portion fine traitée), sous-groupe A 2.

Le diagramme présente des diffractions diffuses à 16 Å environ, puis un pic faible, mais relativement aigu à 10 Å, puis des bosses pour les angles de 10° et 11°, les pics caractéristiques du quartz.

Analyse chimique des éléments majeurs (lame mince 69-60)

Si O² = 61,88 %

Mg = 2,70 %

Al² O³ = 22,7 %

Ca O = 0,17 %

Fe² O³ = 3,08 %

Na² O = 1,08 %

Fe O = 3,78 %

K² O = 3,59 %

Cette céramique est riche en silice et contient plus de 11 % de composants fondants ; elle est magnésienne et non calcique. De plus, le fer ferreux est légèrement dominant.

Conclusion

Cette céramique, à phyllites "aggradées", principalement potassique et détritique très fine, donne soit une terre rouge phylliteuse, soit un produit grésé. Il est possible que la série à phyllites conservée résulte de l'utilisation de terre rouge ou brunifiée de la surface de l'affleurement, tandis que la série grésée peut correspondre aux niveaux de terres noires, sous-jacentes naturellement grésantes*.

* Choisie, alors, pour ses "qualités grésantes".

Examen microscopique de la céramique Base-Ring
du groupe A :

<u>N^{os} de lames minces.</u>	68.1	68.82	69.23	69.70	68.33	69.60 ^A	69.60 ^B	69.71	69.78	69.101	70.244
<u>PÂTE ISOTROPE :</u>	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
<u>PÂTE PHYLLITEUSE :</u> Mica - Illite - chlorite.	x	x	x	x		x					
Quartz très fin dispersé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
*Micro-grès à ciment isotrope	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
*Microgrès à éléments micacés	x	x	x	x	x	x		x	x		x
*Microgrès à grains calcaires	x				x		x				
Fragments de Shales - argilites.	x	x	x	x	x	x graphite					
Grumeaux phylliteux.	x	x	x	x	x		x		x	x	
Grumeaux isotropes fissurés (ET verre altéré ?)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Chert - radiolarite. - radiolaires : - Normales - écrasées.	x		x						x		
Grains lithiques de roche grenue à plagioclase.								x			
Grains lithiques de "spilite".			x					x			
Couleur: G = gris; B = Brun.	GB	G.B	B	B	G	G	G	G/B	G/B	G.B	B
PROVENANCE :	CSA	U.D.	AKHERA		U.D.	MYRTOU	MYRTOU	EGYPTE	HALA-SULTAN TEKKE	AKHERA	

Sinon, ces différences peuvent être dues aux conditions intentionnelles de chauffage (en présence d'oxygène ou de vapeur d'eau). Par sa nature pétrographique, la terre utilisée doit correspondre aux strates fines pélitiques argilo-siliceuses d'un flysch non calcaire. (Le seul micro-faciès comparable est celui d'une céramique ancienne de Boghaz (Fer II)).

2 - Groupe B

Microscopie

Pâte rouge assez limpide, constituée d'aiguilles d'un minéral rouge rubéfié dans un fond isotrope, et riche en matériaux détritiques cristallins, amphiboles, feldspath, épidotes pyroxènes issus de roches microgrenues, auxquels s'ajoutent des quartz arrondis, quelquefois corrodés, des fragments de roches à lattes d'amphiboles dans un fond de pyroxène microgrenu (Lamprophyre ?) et des grains lithiques à cristallisation rayonnante (L M 69-53 et 69-62).

Rayons X

Les diagrammes présentent une succession de diffractions diffuses dès 17 Å jusqu'aux environs de 10 Å; le pic dominant, étroit et fort, est aux environs de 8,48 Å et accompagné de pics secondaires à 5,04 Å et 3,29 Å, caractéristique de l'amphibole. Le quartz est peu abondant; un pic de 3,20 Å, environ, peut correspondre à un feldspath basique.

Conclusion

Cette céramique, tant par ses caractères microscopiques que diffractométriques, apparaît comme constituée principalement de cristaux ou d'aiguilles d'amphiboles, liés par une argile de type chlorite gonflante provenant d'une altération résiduelle de roches filoniennes et à laquelle est mêlé du quartz corrodé ou carié (terra rossa).

Conclusion générale

	type macroscopique	microfaciès groupe
Base ring - Laether ware	a	A ₁
Base ring I (grise)	b	A ₂
Base ring II (grise)	c	A ₂
Base ring III (rouge)	d	B

La confrontation montre, d'une part, une céramique "base ring" de type ancien et récent, à caractère sédimentaire détritique (flysch A₁ et A₂ et, d'autre part, une céramique "base ring" de terre rouge, issue de roches cristallines filoniennes et qui n'a été observée que dans les céramiques tardives de ce groupe.

III - LA CERAMIQUE WHITE SLIP-WARE (W. S. W.)

Caractères typologiques

La céramique " white slip-ware " a été définie par Sjöqvist (1940).

Cette céramique est façonnée à la main et se caractérise par un engobe clair épais ou en couche mince, bien différenciable d'une pâte dense et sonore au choc. Elle a été exportée en Attique, en Syrie-Palestine et en Egypte .

Répartition (voir carte ci-jointe).

Les formes

Les formes sont peu variées : il y a, principalement, des bols hémisphériques à anses ogivales, que l'on trouve dès le " Bronze ancien " à Kalavassos, quelques pots à fond rond, des cruches et des cruchons. Mentionnons aussi une gourde à panse lentilleculaire .

Le décor sur l'engobe clair lissé est soit bichrome brun et brun-rouge dans les séries les plus anciennes et les plus élaborées, soit monochrome de couleur brun-noir. Les motifs les plus courants sont des losanges, des quadrillages, le motif en échelle, des droites parallèles, des lignes ondulées, des dents de scie et des pointillés. L'utilisation combinée de ces divers motifs est complexe, et ne peut être décrite ici.

Les principales études typologiques de la céramique " white slip ware " ont été réalisées par Sjöqvist (1940) dans une étude générale du chypriote récent, puis par Karageorghis, avec l'étude des tombes de Pendaya et d'Akhéra, etc ...

Suivant les études de Sjöqvist (1940) , Karageorghis (1965) , Benson (1961), on peut distinguer quatre groupes principaux, établis surtout en fonction de l'aspect et des qualités matérielles de la céramique. Ceux-ci sont subdivisés en sous-groupes, en fonction du décor peint (Benson). Les divisions citées ne sont d'ailleurs pas toujours applicables . Le décor monochrome présente des affinités avec la " white painted II à V " tandis que certains décors bichromes rappellent les décors des bols de " bichrome ware " (Dikaïos, 1969) .

a) La " proto white slip ware " se caractérise soit par la fragilité globale de la céramique, pâte et engobe (Akhéra) , soit par une mauvaise adhérence de l'engobe pulvérulent sur la pâte (Pendaya) .

b) La " white slip ware I " possède un engobe blanc, bien lissé . Dureté : " Echelle de Mohs " < 3 , relativement épais, à aspect de porcelaine dû à des réflexions internes . La pâte, grenue, de couleurs variées toujours foncées : brun-rouge, noire dans certains cas . Le décor, qui peut être exécuté avec soin, de traits peints soit monochromes, soit bichromes, est complexe ; la peinture peut être ocre-jaune, ocre-rouge à brun-noir.

c) La " white slip ware II " qui peut être partagée en deux groupes :

Le type commun, largement diffusé et d'aspect standardisé dans le Proche-Orient, qui se caractérise par une pâte gris moyen, ayant quelquefois une frange rougeâtre. L'engobe mat est opaque et rarement épais; il ressemble, le plus souvent, à un " wash " ; il peut être blanc-gris, gris clair, bleuté ou jaunâtre, il a souvent un aspect de papier .

La peinture est brun foncé ou noir mat ; elle est le plus souvent " fondue " dans l'engobe .

d) La "white slip ware III" peut avoir une pâte grise, brune ou rougeâtre. Elle se caractérise par un engobe beige ou brun-clair à aspect micacé. La peinture est brun sépia mat.

Notons que le matériau blanc utilisé comme engobe - qui, après cuisson de la céramique a l'aspect de porcelaine (biscuit) - ne devait pas, dans la plupart des cas, avoir à lui seul, des qualités plastiques ou céramiques suffisantes pour être utilisé comme pâte plastique massive. Il y a eu, cependant, certaines "white slip ware I" de très haute qualité, à parois fines, qui sont constituées de terre blanche sans coeur de pâte foncé (Musée de Nicosia).

Il convient de remarquer que le bol hémisphérique est la forme courante, à Chypre, des bols en bronze ou en argent au "Bronze récent".

Etude au laboratoire

L'étude comprend l'examen de :

- la pâte ;
- l'engobe ;
- la peinture.

Cette étude est basée, pour la pâte et l'engobe, sur l'examen microscopique, et pour la peinture, sur la réaction au chalumeau.

A - La pâte

Etude microscopique

L'examen microscopique montre une grande variété de micro-faciès qui sont tous riches en éléments détritiques issus des "roches vertes". Ils peuvent être regroupés ainsi :

- Séquence contenant essentiellement des éléments figurés, provenant de l'altération de roches basiques grenues.
- Séquence contenant essentiellement des fragments de roches basiques microlitiques ou vitreuses.
- Séquence mixte contenant des éléments de la séquence 1 et de la séquence 2.

Ces séquences sont subdivisées soit en fonction de l'aspect microscopique de la pâte, soit des caractères de certain minéraux.

1) Séquence contenant essentiellement des éléments figurés provenant de l'altération de roches grenues basiques:

a) Pâte à amphiboles blanches

La pâte isotrope semi-opaque blanche par réflexion sur lame mince et à structure fibreuse ultra-microscopique* occupe plus des deux tiers de la surface. Les éléments figurés sont le quartz en association micropegmatique ou myrmékitique avec le feldspath altéré.

L'amphibole, originellement du type actinote-ouralite, partiellement opacifiée, probablement déferriifiée, présente tantôt des vestiges de pyroxène dans les grains lithiques de "diabase" à sphène, tantôt se fond dans la pâte fibreuse. Minéraux opaques. (lame type 63-4 - provenance C.S.A.) Photos 3 et 3^b, p. 43,

* Voir la photo n° 3, p. 43.

A. T. D.

Le diagramme, en dehors d'une très légère endothermie ayant son maximum à 150°C ne présente aucune réaction jusqu'à 1 050°C .

Rayons X

Le diagramme de la pâte, en dehors du quartz, ne présente aucun minéral identifiable.

Microscopie

- [LM 69-14 - même type : Le sphène est abondant . Calcite secondaire (provenance C.S.A.)
- LM 68-20^b - La pâte présente des associations sphènes-minéraux opaques (prov. C) .
- LM 69-33 - Pâte à faciès fibreux accentué : association sphène minéraux opaques (provenance : Akléra)]

b) Pâte constituée principalement d'amphiboles altérées opacifiées
.....

Caractères communs du groupe :

Le fond est constitué d'une pâte isotrope semi-opaque, riche en fines granulations transparentes . A cette pâte se trouvent mêlés de nombreux fragments d'amphiboles gris-jaune, très faiblement pléochroïques, semi-opaques par place. Quelquefois l'amphibole se trouve associée à des fragments probables de diabase ou à des roches microgrenues à lattes d'amphiboles dans un feldspath altéré .

Minéraux opaques altérés à reflet métallique (en lumière réfléchie - fragments scoriacés ?) .

Lame mince 68-9 : fragment de roche feldspathique microgrenue (filonienne) (provenance C.S.A.) .

Lames minces 68-3 et 68-5 : en plus des éléments communs au groupe, cette céramique contient un fragment probable de serpentine et un grain de chromite - provenance C.S.A.

Lame mince 68-27 : céramique ayant subi une cuisson légèrement rubéfiante à chromite idiomorphe (provenance U D) .

c) Pâtes à amphiboles légèrement opacifiées à très léger pléochroïsme
.....

Cette série peut présenter deux aspects différents suivant que la cuisson de la céramique a été oxydante ou non .

Exemples :

- La pâte grise, mi-opaque isotrope, riche en amphiboles pléochroïques ou gris opaque par places contenant, comme les séries précédentes, du feldspath altéré souvent associé au quartz, ainsi que des pyroxènes ouralitisés, opaques subdiomorphes (lame mince 68-03 - provenance C.S.A.) .

- Pâte rouge, riche en amphiboles rubéfiées, opaques par places à pléochroïsme faible. Mentionnons la présence de plagioclases zonés, épidote, sphène (pyrites avec auréoles réactionnelles de chauffage et " sels " indéterminés) . (Lame mince 66-5 - provenance C.S.A.)

d) Pâte à amphiboles rubéfiées à très fort pléochroïsme :

Caractères communs du groupe :

Ce groupe se caractérise par la richesse en amphiboles rubéfiées . Pâte limpide, brun-rouge, phylliteuse, très riche en éléments non plastiques fins, minéraux rouges en aiguille, à fort pléochroïsme .

Quartz

Plagioclases (clivés) - (labrador)

Augite à bordure ouralitisée rubéfiée ; amphibole dominante à très fort pléochroïsme (jaune, brun-vert ou gris-violet, brun-rouge foncé obscurcissant) ?

Fragments de roche grenue à quartz et épidote .

Minéraux opaques associés au sphène (lame mince 69-39 - provenance : Hala-Cultan-Tekké).

Rayons X

La pâte réapparaît comme constituée d'amphiboles caractérisées par les écarts réticulaires de 8,41 Å , 5,04 Å , etc ...

{ LM 69-36 : traces de pyroxènes au coeur des produits d'ouralitisation.

LM 69-248 : comme les 69-36, avec quelques fins grumeaux d'argile.

LM 69-46 : pâte à amphiboles rubéfiées irrégulièrement pléochroïques (provenance U.D.)

e) Pâtes à amphiboles vertes

Pâte brune à fond limpide, partiellement isotrope, riche en aiguilles d'amphiboles à polarisation orange, de dimensions variées, pyroxènes incolores et amphiboles à pléochroïsme fort, vert-pâle, vert-brun, gris-vert, à frange ouralitisée rubéfiée .

Fragments de gabbro-ophitique - microlabradorite à épidotes, minéraux opaques. Lame mince 69-70 : mêmes éléments (provenance : U.D.) .

2) Séquence contenant essentiellement des fragments de roches basiques microlitiques ou vitreuses :

Ce groupe comprend des céramiques contenant des grains de roches microlitiques ; les subdivisions sont établies en fonction des caractères microscopiques de la pâte qui lie ces grains .

a) Pâte noire opaque

Ce groupe présente une pâte noire opaque, en lumière réfléchie sur lame mince, à fissures de retrait nombreuses, dessinant un tracé tantôt fluidal, tantôt nodulaire .

Les éléments figurés, à l'exception de quelques pyroxènes et feldspaths en lattes, sont des grains de roches microlitiques (spilites) , de roches basiques à structure doléritique, de hyaloclastites altérées ou dévitrifiées. (Lame mince 69-38 - provenance : Akhera) .

Lame mince 69-67 : mêmes caractères, avec quelques places rougeâtres (provenance : Pendaya) .

b) Pâte rouge

Ce groupe comprend les mêmes éléments détritiques plus fins que ceux du groupe précédent, liés par une pâte opaque rouge-foncé en lumière réfléchie sur lames mince 69-68 (provenance : Pendaya) .

c) Série à roches microlitiques, silicifiées

La caractéristique de ce groupe est la richesse de ses céramiques en pseudo-quartzite, chargées d'inclusions de rutile et en figures complexes de silicification de roches spilitiques microlitiques, holo-cristallines ou vitreuses. Les fragments quartzeux contiennent fréquemment des minéraux opaques idiomorphes plus ou moins altérés.

Lame mince 69-41 : pâte grise isotrope semi-opaque, contenant des fragments isotropes bulleux grisâtres (scories de laitier ?). (Prov. Ayia Irini).

Lame mince 69-17 : pâte brune, semi-opaque isotrope ; les éléments détritiques sont fins ; pyroxène macle, nodules de terre d'engobe (prov. C. S. A.).

Lame mince 69-27 : pâte gris-brun opaque isotrope ; grain lithique à aspect de fragment de cinérite (provenance U. D.).

Lame mince 68-13 : comme le précédent, mais avec quartz, soit grenu, soit ultra-microscopique imprégné d'oxyde de fer (provenance C. S. A.).

Lame mince 69-15 : grains silicifiés à structure pseudomorphe de spilite à structure très nette (provenance C. S. A.).

Lame mince 69-66 : pâte à peu près opaque, noire en lumière réfléchie ; grumeaux blancs d'engobe phylliteux à structure maillée (provenance ind.).

d) Série microlitique à grumeaux d'argile marneuse

Cette série comprend, en plus des grains de roches microlithiques, plus ou moins silicifiées, des fragments hyaloclastiques, des grumeaux de pâte plus claire, brun-jaune, entourant fréquemment des vacuoles allongées (traces probables de végétaux calcinés) qui différencient cette série des précédentes.

Lame mince 69-233 : pâte grise isotrope, semi-opaque, à fragments de roches silicifiées (provenance C. S. A.).

Lame mince 68-11 : même type, mais pâte oxydée brun-rouge, semi-opaque à opaque, avec grumeaux rouge-orangé (provenance C. S. A.).

3) Séquence mixte contenant des éléments de la séquence 1 et de la séquence 2

Dans le type "mixte" sont regroupées toutes les céramiques qui contiennent des éléments détritiques de roches grenues et de roches microlitiques, liées par des pâtes de natures diverses.

Les céramiques de ce groupe ont des microfaciès différents que nous caractériserons brièvement :

a) Série à amphiboles opacifiées

Lame mince 68-6 : pâte à amphiboles semi-opaque grise, sans pléochroïsme, pyroxène, roches microlithiques hyaloclastiques, grumeaux de terres à engobe (prov. C. S. A.).

Lame mince 68-12 : idem, avec roches silicifiées - scories (prov. C. S. A.).

b) Série à amphiboles pléochroïques.

Lame mince 68-4 : pâte grise, presque opaque, isotrope, riche en aiguilles d'amphiboles rubéfiées ; fragments doléritiques ; association micropegmatique d'un minéral opaque avec le quartz, fragments de roches microlitiques à feldspaths (provenance C. S. A.).

c) Série à grumeaux de marne argileuse

Lame mince 69-54 : pâte rouge isotrope peu translucide (prov. A. Irini)

Lame mince 69-35 : riche en quartz, feldspath et épidote (prov. Akhera).

Lame mince 69-59 : pâte opaque, noirâtre en lumière réfléchie ; minéraux opaques idiomorphes (prov. U. D.).

B - L'engobe

Les engobes observés appartiennent aux quatre types suivants :

- engobe de fritte quartzreuse ou quartzreuse ou quartzo-feldspathique (type A),
- engobe phylliteux à fond isotrope, (type B),
- engobe mixte, (type C),
- engobe essentiellement phylliteux, (type D).

Type A

Macroscopie : W. S. W. I. à engobe épais blanc, présentant de faibles réflexions ternes.

Microscopie : Microfaciès de fritte quartzreuse ou quartzo-feldspathique.

Ces engobes sont faits de grains de quartz spongieux ou massifs, à bord dentés, liés par une pâte opaque blanche, soit vitreuse, soit phylliteuse à faible biréfringence et contenant des grains lithiques faits de quartz et de phyllites incolores à faible biréfringence.

Diffraction X : quartz et feldspath.

Lames minces : 69-68 - 69-36 - 68-15 : traces de chlorites et de cristobalite (prov. Akhera et C. S. A.)

Type B

Macroscopie : engobe blanc-jaune à granulations blanchâtres.

Microscopie : apparaît, en lame mince, constituée d'une roche faite de phyllites ordonnées en structure maillée, liée par un fond limpide isotrope (lame mince 69-66 - prov. Pendaya).

Type C

Macroscopie : engobe blanc grisâtre, bleuté ou jaunâtre mat, quelquefois à aspect de papier.

Microscopie : Ce type apparaît, en lame mince, constitué d'un fond opaque floconneux, blanc pur par réflexion, dans lequel se trouvent quelques grains de quartz spongieux gardant des traces d'association myrmékitique ou micropegmatitique, avec un feldspath. Ainsi que des agrégats de phyllites oranges en accordéon ou en rosette, à polarisation dans les jaunes du premier ordre.

Ce groupe comporte des engobes à fond opaque-blanc dominant, ou bien très riches en phyllites, avec tous les intermédiaires.

Engobes et pâte de céramiques white slip.

PATES

ENGOBES

	A quartzeur	B à phyllites blanches à structure maillée	C à gel et phyllites jaunes rares.	D à Phyllites jaunes (type Luvuvuvite)
Séquence microlitique	à Pâte opaque			
	Siliciifiée.			
Séquence mixte	□ W.S.W.I	□ W.S.W.I		
				Δ W.S.W. III
			Δ W.S.W. II	Δ W.S.W. III
Séquence grenue				
	P.W.S.W. □ <u>W.S.W. II</u>			

- Peintures : — □ Fe

— Δ Fe, Mg.

- WSW II = Style dit à l'arbre. (Karageorghis 1965)

Rayons X : quartz seul ou apparaissant avec des traces d'illite et de chlorite.

LM n° 69-38 : quartz, feldspath et cristobalite de synthèse (prov. Akhera).

LM n° 69-36 : sans cristallisation notable (prov. Akhera).

Microscopie électronique : aspect de gel rétracté (photo (MEB) n° 4).

Type D

Macroscopie : aspect micacé brun-clair

Microscopie : l'engobe est totalement constitué de phyllites oranges idiomorphes à polarisation jaune du 1er ordre, sans pléochroïsme, disposés en agrégats à empilement en accordéon, en rosette, etc... (Microphotographie n° II, p. 23) 68.47, C. S. A.

Rayons X : légère bosse à 10 Å.

Microscopie électronique : cristallinité de degré élevé (MEB Fig. 8).

C - La peinture

Détection qualitative du cation colorant.

Méthode : pastille de potasse au chalumeau :

- W. S. W. I : peinture monochrome ou bichrome : fer seul ;
- W. S. W. II : peinture brun-noir à noir : manganèse-fer ;
- W. S. W. III : peinture brun-chocolat : manganèse-fer.

CONCLUSION

L'ensemble des résultats sont regroupés dans le tableau ci-après.

1 - Composition minéralogique

La pâte, ainsi que l'engobe des céramiques W. S. W. I et II, contiennent des éléments issus de roches grenues et microlitiques basiques, présentant des caractères d'altération hydrothermale blanchissante avec ou sans silicification.

A ces caractères, il faut ajouter la richesse des engobes de ces céramiques en éléments traces (référence : Clermont-Ferrand 2 098^S/2 099^S/ 2 114^S)

Eléments détectés : cuivre (très fort), argent (fort) auxquels il faut ajouter des terres rares.

2 - Typologie et composition

Les engobes du type A, quartzeux, sont posés soit sur des pâtes grenues à amphiboles rubéfiées (P. W. S. W. - "RopePattern"), soit sur des pâtes microlitiques (W. S. W. I. à décors bichromes).

L'engobe (B) phylliteux relativement rare apparaît sur des pâtes à roches microlitiques silicifiées.

L'engobe (C) correspond aux pâtes à amphiboles altérées opacifiées, caractéristiques de la grande production W. S. W. II.

L'engobe (D) correspond au même groupe de pâtes et caractérise les dernières fabrications de "bol à lait" W. S. W. III.

Analyses qualitatives des éléments traces par spectrométrie d'émission.

N° d'analyses: Echantillons	20976	20986	20986
Eléments	B7	<u>LM 68.3</u>	<u>LM 69.35</u>
Pb	f	tr	f
As	o	o	o
Ga	f	f	f
V	f	f	f
Mn	tr	tr	tr
Cu	M à F	M à F	<F
Ag	o	F	f
Zn	f	o	o
Zn	f	f	F
Ni	M	M à f	f
Co	f	f	tf
Cr	F	tf	tf
Ba	F	tf	tf
Sr	F	tf	tf
Rb	f	o	o
P	f	M	tr
B	M	f	f.

o = rien

tr = traces

tf = très faible

f = faible

M = moyen

F = fort

TF = très fort.

Analyste: C. Jamond.

Laboratoire de Géologie
de la faculté de Clermont-Ferrand

B7. Céramique mycénienne III A. (C.S.A)

L.M. 68.3. Céramique white slip de chypre - (Engobe)

L.M. 69.35 Céramique white slip de chypre (Engobe)

Le regroupement des observations fait apparaître 3 groupes dominants :

- 1) Les productions W.S.W. II, dit à l'arbre (terrains filoniens).
- 2) La production bichrome à pate bicolore ou silicifiée (régions de pillows lavas).
- 3) La grande production W.S.W. II, de type courant, à diabases altérées (bleached rocks).

A ceux-ci il faut ajouter de nombreux petits ateliers à productions variées, copiant probablement les grandes séries.

3 - Reconstitution technologique

Au "Bronze ancien", les potiers chypriotes, installés dans les zones à roches plutovolcaniques, ont utilisé principalement soit des colluvia de sol rouge, soit des sols bruns résiduels, essentiellement de roches filoniennes et peut-être ultrabasique (référence aux paragraphes antérieurs).

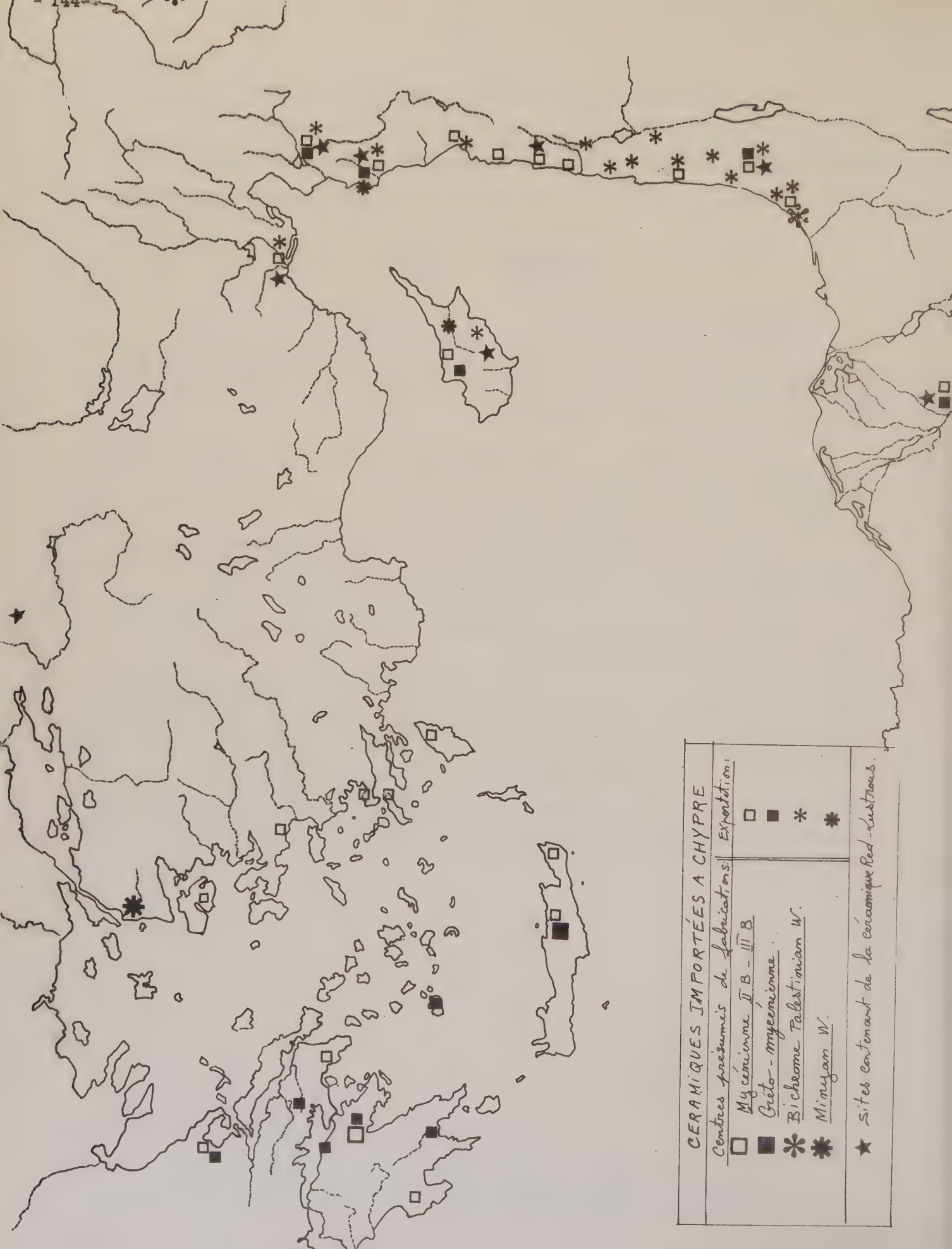
Au "Bronze récent", la céramique W.S.W., réalisée dans les mêmes zones est constituée soit de roches grenues (diabase) décolorées par le lessivage, soit par des argilites noires, comparables aux ressources de la formation de Perapedhi, soit par des terres d'altération de pillow-lavas silicifiés.

A Chypre, ces formations sont liées aux minéralisations cuivreuses. Les échantillons des matériaux ramassés à Skouriotissa, Apliki, Sha, Kambia, Mosphilati, etc. . . sont semblables aux pâtes et aux engobes de la céramique W.S.W.

Ceci nous conduit à rapprocher l'invention de la céramique W.S.W. de l'exploitation intensive des zones minières.

En effet, au cours de l'exploration d'un gossan, on trouve, en surface, un matériel blanc poudreux, déchargé des argiles et des gels par les eaux météoriques (W.S.W. I), puis, en creusant, des terres blanches riches en gels, résultant de l'attaque acide de chlorite, lors de l'altération des pyrites (W.S.W. II), enfin des terres phylliteuses faites de chlorite, illite idiomorphe ? (W.S.W. III) (Smirnov).

Il semble bien que l'évolution de la céramique W.S.W. ait été en rapport avec l'approfondissement progressif des exploitations minières qui fournissaient le cuivre exporté de Chypre (Catling, 1969).



CERAMIQUES IMPORTÉES A CHYPRE		
Centres présumés de fabrication:		Exportation:
□	<u>Mycénienne II B - III B</u>	□
■	<u>Crète - mycénienne</u>	■
✱	<u>Bichrome Talyestinian W.</u>	✱
✱	<u>Minyan W.</u>	✱
★	Sites contenant de la céramique Red-Crétienne.	

CHAPITRE IV
LES CERAMIQUES PRESUMÉES
IMPORTÉES À CHYPRE

INTRODUCTION

Les échantillons étudiés appartiennent à la :

- 1 - céramique bichrome à pâte fine ou bien grenue ;
- 2 - céramique " red lustrous " fine ;
- 3 - céramique égéenne de l'Helladique récent III ;
- 4 - céramique dite " minyenne " .

I - LA CERAMIQUE BICHROME (carte de répartition - voir figure) .

La céramique bichrome, dite " Palestinian ware " (Epstein 1966) est aussi appelée " Khabur ware " .

1) Elle se caractérise par un décor géométrique et figuratif bichrome brun-noir et brun-rouge (ou rouge violacé) qui, dans les séries observées à Chypre, est souvent fragile, s'effaçant à l'eau ; il est possible que celui-ci ait été déposé à froid, lié par une colle résineuse, ou bien fait de terres colorantes minérales, qui acquièrent peu de cohésion au chauffage ou sont très sensibles à l'altération .

2) Les formes sont : la cruche à large col, le cruchon, le cratère, le bol, etc...

3) Filiations : Ces céramiques ont un décor constitué d'éléments de tradition Hourrite (cf. Epstein) ; elles présentent des affinités avec la " red slip " , la " black slip ware " et la " black punctured ware " pour le cruchon et avec la " white painted " en général, à décors monochromes et bichromes du " Bronze moyen " .

Macroscopie

Les céramiques bichromes de Chypre sont de plusieurs types :

A) Céramiques à décors complexes, d'exécution soignée :

- 1) pâte beige, rose homogène, peu calcaire ;
- 2) pâte phylliteuse ;
- 3) pâte beige-pâle calcaire .

B) Céramiques à décor simplifié et pâte grenue ou très finement sableuse .

A) - 1 : Macroscopie : Pâte rose homogène peu calcaire .

Microscopie : Pâte brun-rouge, peu limpide, isotrope, riche en très fines pigmentations dispersées de calcite; quartz fins très rares ; phyllites détritiques, nodules de croûte ferrugineuse, sable calcaire fin rare avec foraminifères remaniés, quelquefois épigénisée en oxyde de fer .

Lame mince 68-55 (microfaune remaniée de Sénonien et du Paléocène - P. Marie) .

Ces céramiques ont été réalisées dans une terre plastique du type lehm continental (Rott Lehm) .

A) - 2 : Macroscopie : pâte phylliteuse .

Microscopie : Pâte brun-orangé, très finement grenue, assez opaque à fond isotrope, riche en phyllites détritiques (Muscovite-chlorite). Fragments de radiolarite; nodules ferrugineux de croûte, imprégnation secondaire de gypse .

Ces céramiques sont faites d'une argilite continentale (loess-lehm) riche en éléments détritiques issus de formations métamorphiques .

Lame mince 69-237.

A) - 3 : Macroscopie : pâte beige-pâle calcaire .

Microscopie : pâte grisâtre, faite d'une fine dispersion de calcite et bourrée de foraminifères, quelques grains calcaires à "lithotalmniés" .

Céramique faite dans une boue résiduelle (colluvium de sol), des calcaires marneux sénoniens (P. Marie) .

Lame mince 68-38.

B) - Macroscopie : pâte grenue

1) Microscopie : pâte isotrope brunâtre, très riche en sable fin, constituée de grains lithiques et de minéraux issus des roches vertes, globigérines remaniés du Crétacé supérieur .

Lame mince 68-77 - P. Marie.

CONCLUSION

La " bichrome ware " à décor complexe est constituée d'une pâte fine à globigérine du Sénonien et du Paléocène. Elle semble incompatible avec la géologie de Chypre. Ce groupe dominant devra être détecté systématiquement .

En effet, cette terre, à aspect de loess continental, pauvre en minéraux lourds, exempte de verre basaltique, contient la microfaune d'un étage qui n'affleure pas à Chypre .

Cette association peut se rencontrer aussi bien sur la côte syro-palestinienne que dans le pays de Haut Khabour (sud-est de l'Anti-Taurus) .

Cependant, les carrières d'argilite non calcaire de qualité, présentant ces caractères, ne sont probablement pas nombreuses dans des régions citées ci-dessus. Nous n'avons étudié aucun échantillon présumé local.

La céramique à pâte calcaire, étudiée pour comparaison, de type plutôt "Moyen bronze " est caractérisée par sa microfaune sénonienne (les craies sénoniennes affleurent largement sur la côte palestinienne) .

La céramique à pâte finement sableuse, riche en minéraux lourds, est constituée d'un colluvium habituel aux régions situées en aval des massifs de roches vertes (Chypre et Syrie du Nord) .

II - CERAMIQUES DE FABRIQUE " RED LUSTROUS "

Caractères typologiques

Ces céramiques, étudiées par Sjoqvist (1940) et Merrillees (1962), faites au tour, ont une pâte très fine, dense, de texture homogène, de couleur rouge orangé, à laquelle sont mêlés de très rares grains blancs.

La surface est légèrement cannelée par un lustrage réalisé quelquefois sur un engobe plus foncé que la pâte .

Les formes sont variées ; il y a principalement des gourdes à panse lenticulaire ou annulaire, des bouteilles fusiformes à panse plus ou moins allongée, des tuyaux rituels en forme d'avant-bras.

Les céramiques à parois épaisses sont le plus souvent d'assez grande dimension; de 25cm à 50 cm environ.

Les cruches portent fréquemment, sur la base annulaire, un ou deux signes gravés sur la pâte molle avec une pointe mousse .

Filiation morphologique

Les panses lentiformes sont connues en Anatolie dès le Bronze ancien, ainsi que les panses annulaires ; le tuyau à libation a été trouvé à Bogazköy.

Pour les vases fermés, la panse fusiforme est peut-être d'influence égyptienne, l'anse accrochée au col du vase, et non au rebord du goulot, se retrouve surtout avec les gourdes de Bronze ancien et moyen, aussi bien d'Anatolie que de Chypre : Lapithos, Vounous.

Dans les séries contemporaines chypriotes, on trouve des formes communes avec la céramique base ring II, à pâte grise .

ETUDE AU LABORATOIRE :

L'étude porte principalement sur le type de " belle qualité " .

Les échantillons choisis de Chypre et de la côte levantine sont des fragments de bouteilles (spindle bottle) .

Microscopie : Céramique principalement constituée d'une pâte homogène, argilite rouge " aggradée " , mais pauvre en mica, très riche en concrétions ferrugineuses, fine, présentant de nombreuses figurations circulaires isotropes (vestiges de microfaune sphérique, ou début d'oolithisation ?) ainsi que des vestiges en virgule, d'aspect carbonaté ou isotrope .

L'une des caractéristiques principales, de cette terre argileuse rouge, est sa pauvreté en quartz .

Eléments figurés :

- quartz très rares, ronds ou allongés (ou virgule)
 - grains à aspect calcaire et bordure isotrope ;
 - Modules isotropes incolores, assez limpides (trous ?) ;
 - Très nombreux nodules sphériques semi-opaques, rouge mat en lumière réfléchie .
-
- lame mince 69 B 8 : idem, avec grains lithiques à quartz indenté, à globules jaunâtres.
 - lame mince 69-76 : pâte moins riche en éléments phylliteux (orientation différente de la lame .
 - lame mince 68-40 : aspect moins homogène, zones isotropes, zones phylliteuses, dues sans doute à des orientations préférentielles, différentes des phyllites .

A. T. D.

Ces céramiques présentent des réactions exothermiques plus ou moins fortes de 930°C à 980°C environ, qui indiquent une cuisson pas assez élevée pour avoir provoqué une destruction totale des réseaux argileux riches en alcalin ; ou bien ces phénomènes sont dus à la présence d'une portion importante d'argile kaolinique, bien cristallisée, dont le crochet exothermique n'est pas détruit au-dessus de 1100°C (Mackensie , 1957 , p. 109).

Rayons X : Etude de l'échantillon B8 .

Le diagramme global en poudre, en lame orientée, à sec, présente peu de phénomènes pour les angles Θ de 1 à 10° . Ensuite, en plus de pics de quartz, on observe une bosse à $4,95 \text{ \AA}$ et de $3,90 \text{ \AA}$ à $3,70 \text{ \AA}$, puis de $3 \text{ \AA}$ et de $2,90 \text{ \AA}$.

Après attaque avec H_2O , puis attaque à chaud à CO_3Na , dilué et rinçage acide, le diagramme présente une bosse à $17 \text{ \AA}$ et un pic faible à $11,40 \text{ \AA}$, puis un pic large à la base (d'amplitude $4,5\text{cm}$) ayant un sommet étroit de $10,20 \text{ \AA}$ à $10,02 \text{ \AA}$. Les autres bosses correspondent probablement aux espaces réticulaires 002, 003 de l'illite. Enfin, il y a le pic de $2,69$ (hématite - ?).

Ces diagrammes sont assez comparables à ceux d'un kaolin commercial (qualité pharmaceutique) chauffé 4 heures à 600°C .

Les vestiges argileux sont à l'écart de $10 \text{ \AA}$ (probablement à équisistance fixe) ; les pics du quartz sont forts .

Il n'y a pas de traces de feldspath, mais une quantité notable d'oxyde ferrique libre .

Chimie : Etude des échantillons : B 8 - B 10 - B 12 .

Ces céramiques sont alumineuses, 24 à 32 % ; magnésiennes, non calciques, assez potassiques, quelquefois sodiques*. Les dosages de traces caractéristiques sont le nickel, l'argent et le rapport élevé $\frac{\text{Ga}}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ qui peut être lié à la présence de boehmite. Rambaud 1969.

* Dosage de B irrégulier.

Microscopie électronique : Pâte vacuolaire à faciès foliacé, avec figurations litées (MEB, 2B). Photos 6 et 6b.

CONCLUSION :

Céramique d'argilite fine, " cuisant rouge ", bien cristallisée, de qualité céramique exceptionnelle .

Les parois épaisses sont sans fêlure, ni déformation de séchage ou de cuisson qui est assez élevée, sans être très forte .

Cette argilite rouge, (probablement illite-kaolin), $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO} \neq 12$ riche en traces, propres aux roches basiques et comprenant probablement des concrétions de fer, ainsi qu'une quantité notable de gallium, devra être comparée aux argiles rouges ou orangées de formations éluviales modérément évoluées .

De plus, elle peut être rapprochée, macroscopiquement, de certaines pâtes de céramiques chypriotes potassiques rouges fines, d'époque tardive (black on red trouvée dans la région de Paleapaphos) ou de certaines céramiques mycénienne à pâte orangée III c2. Cependant, celles-ci ne présentent aucun des caractères microscopiques propres à la céramique red lustrous, dont les zones probables de fabrication doivent être recherchées sur les affleurements de formations péri-bauxitiques sidérolitiques d'une province géochimique basique contenant une argilite jaune, ou rouge clair, de très haute qualité céramique, permettant la fabrication de parois épaisses, sans déformation de séchage, ni accident de cuisson .

Les formations rouges des régions côtières palestiniennes (Beyrouth) ne semblent pas contenir de telles terres, à peu près dépourvues de quartz (?)

Parmi les attributions possibles à des régions côtières, citons les formations bauxitiques du nord d'Alexandrette, celles ferrallitiques de la région d'Ovaçık (Ryan 1957) etc Les gisements bauxitiques du pays d'Alanya paraissent moins nickélicifères et semblent dépourvus de niveaux argileux non sableux (de Peyronnet) .

Jusqu'ici, aucune étude comparative de ces céramiques et des céramiques communes, à pâtes macroscopiquement semblables provenant de ces régions, n'a été réalisée, non plus qu'avec celles du Plateau Central Anatolien et d'Arménie .

III - LA CERAMIQUE EGEEENNE

Dans cette étude de quelques céramiques de style égéen, de type créto-mycénien III A 1-2 et III B, nous avons regroupé des fragments de céramiques exhumés en Egée *, à Chypre et en région syro-palestinienne .

Le but de ces recherches est de caractériser une production chypromycénienne probable par rapport aux autres céramiques mycénienne probable par rapport aux autres céramiques mycéniennes .

Les problèmes archéologiques généraux concernant la céramique "levanto-helladique" ont été étudiés par de nombreux auteurs dont Furumark 1941; Stubbing 1951, Gatling 1963, Karageorghis 1965, Dikafo 1960, etc ...

Au sein de ce groupe de céramique, qui se caractérise principalement par la technique de son surfaçage et de sa peinture brillante et par les motifs de son décor, nous distinguerons en fonction de l'aspect de la pâte :

A - Les céramiques à pâte fine, claire, à dégraissant grossier, faites d'un sable anguleux noirâtre, caractéristiques du minoen récent de Crète ; ces céramiques aussi nommées : " créto-mycéniennes " .

Note : macroscopiquement, cette céramique est d'un rouge plus foncé (Code Cailleux : F.26) que la " red lustrous " (D.36) .

* Plus précisément en Grèce Continentale et insulaire ainsi qu'en Asie Mineur.

B - Les céramiques de l'Helladique récent, sans dégraissant intentionnel observable dites : " Céramiques mycéniennes II B - III A".

A - LA CERAMIQUE "CRETO-MYCENIENNE"

CARACTERES TYPOLOGIQUES

Antérieurement au Bronze récent, des céramiques minoéennes crétoises ont été découvertes à Chypre ; citons la jare à bec verseur de Lapithos et les coupes de style camarès, trouvées à Karmi.

La céramique créto-mycénienne est beaucoup plus rare que la céramique mycénienne III A2 - B dans les principaux sites de Chypre. On la rencontre principalement dans la première phase du chypriote récent .

Les formes : Les céramiques créto-mycéniennes, importées à Chypre, sont principalement des jarres à étrier (du type étudié par Raison 1968) et des cratères amphoroïdes (Dikaïos 1969) , à décors dits " dark on light ", réalisés avec une peinture brillante.

ETUDE AU LABORATOIRE

Macroscopie : fragment de cratère (?) en terre cuite beige, à dégraissant en plaquettes anguleuses noirâtres (improprement appelé Chamotte par plusieurs auteurs).

La surface est blanchâtre et luisante.

Microscopie : pâte beige, très fine, ultra-microscopique, à polarisation très basse, diffuse, sans quartz fin ou presque; fragments anguleux de roches : phyllades, radiolarites ou quartzites, gros fragments de quartz éclatés. Roche vitreuse brune à plagioclases ; roche isotrope à structure fluidale (faite de traînées grisâtres opaques).

Lame mince 63-6 , provenance C S A .

Rayons X : le diagramme ne comporte pas de diffractions caractéristiques avant l'angle $12^\circ \theta$; les pics de quartz sont faibles, de $3,20 \text{ \AA}$ à $3,13 \text{ \AA}$; on observe un pic attribuable au feldspath (?) qui est peu net. Viennent ensuite deux séries de cristallisation de $2,97 \text{ \AA}$ à $2,86 \text{ \AA}$, puis de $2,53 \text{ \AA}$ environ à $2,50 \text{ \AA}$ (RX 63-6) .

Chimie (B1) : Cette céramique est riche en alumine (25,60 %) ; assez potassique : 2,28 %, riche en sodium : 2,40 %, magnésienne : 4,70 % et très nickélifère, son dégraissant est riche en chrome : plus de $\gamma/\text{gr.}$; elle n'est pas en terre marneuse (CaO : 2,16 %) , mais une argilite alumineuse de qualité ; de plus, elle paraît issue d'une province géochimique basique .

B - LA CERAMIQUE MYCENIENNE

CARACTERES TYPOLOGIQUES GENERAUX

Cette céramique faite au tour, de formes variées, ouvertes ou fermées : bols, tasses, jarres, vases dits à étrier, cratère, etc ... se caractérise par une surface pâle (beige à rosé, etc ...), polie, quelquefois luisante et ornée de bandes horizontales, exécutées sur le tour, comme les stries de la céramique minyenne* et d'autres motifs complexes en peinture brillante brun-noir (à reflets bleutés) à rouge-orangé clair.

* Note : Céramique "Grey Minyan" du Bronze récent à décor de " lignes peignées".

Nous ne nous attarderons pas dans la description archéologique de ce groupe très complexe qui a été étudié par de nombreux auteurs, en particulier par Furumark (1941). Signalons toutefois que les décors les plus élaborés de ces céramiques sont guidés par un dessin au poncif (Enkomi - Musée de Nicosie) .

- Essai de classification simplifiée :

On peut distinguer deux groupes comprenant respectivement:les céramiques :

I - Les céramiques mycénienes dites " d'origine " qui se distinguent par leur qualité matérielle et l'exécution soignée de leur décor .

II - Les céramiques dites " copiées " ou imitation de la céramique mycénienne .

- Les céramiques mycénienes dites " d'origine " comportent deux sous-groupes :

1 - Céramiques à pâte claire (fine) ;

2 - Céramiques à pâte foncée et engobe clair.

EXAMEN AU LABORATOIRE

1 - Céramiques à pâte claire

a) Pâte fine homogène :

Macroscopie : Céramiques à pâte fine, très homogène, dense, à surface luisante non altérée, ne présentant aucune déformation ni défaut dû au retrait de séchage ou de cuisson, même dans les zones épaisses et ayant de très rares grains brunâtres (prédominance d'un décor mycénien IIB - IIIA) . Ces céramiques sont abondantes dans les sites levantins .

Remarque : Il convient de noter que dans ce groupe, il est impossible de différencier avec un petit échantillon, les céramiques ayant la même finesse de pâte, mais présentant des déformations du rebord ou des fêlures à la base (et à pseudo-engobe de ressuage) fréquentes au mycénien III B tardif.

Microscopie : Ce groupe, d'apparence homogène en macroscopie, présente des micro-faciès différents dont le plus caractéristique (type a1) fait l'objet d'une étude plus approfondie .

/Type a1/ : pâte sans quartz .

Microscopie : Les céramiques à pâte très fine, sans quartz (ou à quartz très rares) .

Le fond de pâte apparaît comme continu, assez limpide , avec une polarisation diffuse, très faible ou riche en phyllites ultra-microscopiques; ces différences semblent liées surtout à l'orientation préférentielle des phyllites argileuses par rapport au plan de préparation des lames minces. Le quartz est très rare, 3 à 4 fragments environ par lame mince; les rares granulations sont rubéfiées, soit très finement grenues. avec quelques quartz, soit faites d'éléments ultra-microscopiques. Lames minces : 69 B6 - 69 B5 - 69 B4 - 66 6 (provenance C. S. A. et U. D.) .

A. T. D. : Ces céramiques ne présentent aucun phénomène thermique observable .

Diffraction des Rayons X : Les céramiques de ce groupe sont sans diffraction notable dans les petits angles Θ de 1° à 10° (quelques diffractions diffuses de $17 \text{ \AA}$ et $10 \text{ \AA}$ et 8° . Le quartz est toujours présent mais peu abondant. Le pic de $3,19 \text{ \AA}$ (feldspath probable) bien développé; les cristallisations imparfaites, mais caractéristiques ont un écart de $3,01 \text{ \AA}$ à $2,88 \text{ \AA}$ environ et de $2,50 \text{ \AA}$ à $2,45 \text{ \AA}$.

Chimie : (voir le tableau, p.76-77) .

En dehors de la richesse de B5 en éléments traces et surtout en cobalt, ces céramiques sont géochimiquement comparables ; alumineuses et modérément potassiques, magnésiennes, nickélifères. La similitude des teneurs en éléments traces de B5 - B6 - B7 indique peut-être une même origine. Le seul groupe défini par Catling-Millett (1965) ayant quelques similitudes avec ce groupe homogène de céramique mycénienne est celui de Palaikastro-Zagro (K et F), cependant les teneurs en nickel sont différentes (ceci est peut-être dû aux conditions d'analyses).

Microscopie électronique (MEB B4 - MEB B5 - MEB B6 - MEB 37) .

Ces céramiques présentent un faciès " foliacé " en tas de feuilles mortes , d'argiles aggradées qui, en certains endroits, gardent un faciès " empilé " de type léverriérite (photo n°2), tandis que la peinture est compacte avec cassure esquilleuse, dévitrifiée en surface, elle apparaît floconneuse (photo 7) .

CONCLUSION

Les qualités presque " réfractaires " rares pour la céramique ancienne (l'échantillon B5, chauffé à 1100° n'a pas changé d'aspect) caractérise ce groupe de céramiques réalisées dans une argilite à peu près pure, sans éléments détritiques, dans laquelle les feuilletts argileux bien développés ont dû avoir le double rôle de phyllites stables, dégraissantes en cru, donnant un séchage facile et un tournage rapide et, en cuit, le rôle de particules réfractaires, que lie une portion d'argile dégradée fondante, peut-être magnésienne, et riche en sels adsorbés (Stuijts 1970, page 41) .

Suivant la composition chimique : 2,28 % de potassium, d'une part, et d'autre part, l'absence de diffraction pour $10 \text{ \AA}$ indiquent un taux d'illites minoritaire (30% environ) . Ces céramiques ont probablement été faites avec une terre kaolinique dominante (" cuisant pâle ") , de haute qualité technique.

La similitude des caractères macroscopiques, ainsi que des microfaciès et la diffraction des rayons X et des caractères géochimiques, indiquent que ces céramiques sont faites de matériaux semblables et qu'elles ont probablement une origine commune (gisement localisé ou formation géologique à affleurements nombreux d'une zone mésogéenne) .

/ Type a2 / : a) Pâte riche en quartz fins

Microscopie

Le fond continu, à polarisation basse, est comparable à celui des céramiques précédentes ; cependant, la richesse en quartz fins distingue ces céramiques qui

présentent, de plus, quelques " orthophyllites " détritiques. Lamé mince 64-5 - provenance C. S. A.

Un seul échantillon de ce type ne permet pas de caractériser vraiment ce groupe qui est sans doute à comparer aux terres argileuses des flyschs .

b) Pâte légèrement carbonatée

Macroscopie : céramique beige rosé à beige foncé, comparables aux précédentes à pâte dense fine carbonatée, réagissant faiblement à l'acide : ClH, N/10. Pseudo-engobe de ressuage. Décor mycénien III A2 - B.

Microscopie : Pâtes très fines, pauvres en quartz, contenant des éléments calcaires :

a) Pâtes à fond continu, comme précédemment, mais contenant des plages semi-isotropes et des plages mi-opaques à aspect de pigmentation calcique en lumière polarisée (calcite secondaire ou bien recalcification ?); phyllites détritiques et quartz fins; grumeaux rubéfiés à éléments microgrenus (à muscovite, biotites opacifiées, quartz et orthoclase dans une pâte à éléments vitreux ?). Lamé mince 69 B15 (provenance U. D.) .

b) Pâte semblable à la précédente, mais contenant des figurations calcaires fossiles (ostracodés ; "tubes de vers"), ainsi que quelques grumeaux de terre marneuse . Lamé mince 68-21 - Provenance Mycènes.

Lamé mince 63-5 : pâte zonée comme les précédentes, à vacuoles emplies de calcite, sans microfaune discernable (C. S. A).

A. T. D. : Dans ce groupe, les céramiques contenant moins de 5 % de carbonate de calcium donnent une courbe sans autre phénomène qu'un léger départ d'eau à 120° environ et le crochet léger du quartz à 575°C.

Rayons X : le diagramme présente des vestiges argileux depuis 17 Å jusqu'à 9,33 Å avec un pic aigu mais léger à 10 Å . Le quartz est plus abondant que dans la série précédente ; le pic, ou plutôt la bosse, attribuable au feldspath est faible à 3,21 Å . Les cristallisations dominantes se situent de 3 Å à 2,86 Å ; puis entre 2,55 Å à 2,40 Å et comprennent, en plus des cristallisations de synthèse, de la calcite et de la dolomie. Rayons X 68-21 .

Chimie : La céramique B 9 pour les éléments majeurs, ne se distingue par des céramiques du groupe précédent. Par contre, la céramique B 15 est différente : richesse en silice, absence de magnésie (tableau page 76) .

CONCLUSION

Ce groupe se distingue principalement par la présence d'éléments figurés carbonatés, conservés, ainsi que par une richesse relative en éléments détritiques (flysch, mollasse ?); il est aussi réalisé dans une argilite de qualité .

Techniquement, ces céramiques sont différentes de celles de la série précédente, puisque la cuisson n'a pas dissocié les carbonates. La chimie permet de distinguer des productions différentes : magnésiennes, non magnésiennes .

c) Céramiques micacées

Macroscopie : Ces céramiques claires présentent un aspect finement micacé plus ou moins marqué, leur surface est en général assez mate .

L'examen microscopique permet de distinguer :

- des pâtes à phyllites dominantes

Microscopie : pâte beige-gris, à texture fluidale, faite d'orthophyllites détritiques, muscovite et lépidomélane ? , dans un fond isotrope peu limpide ; nombreux éléments détritiques anguleux : quartz ondulants, plagioclases, fragments hyaloclastiques et grains de trachyte ?). Lame mince 65-19 ("Helladic free field style " - provenance U.D.) .

Rayons X : Le diagramme se caractérise par une double diffraction en pic aigu de 10 Å à 10, 16 Å (résistant à une calcination d'ATD), précédée d'une bosse diffuse à 16,33 Å ; les pics du quartz sont moyens et déformée ; le pic présumé des feldspaths est bien développé à 3,20 Å ; il est suivi de bosses produites par les cristallisations désorganisées jusqu'à 2,61 Å .

Céramique constituée d'une terre résiduelle détritique d'origine métamorphique probable (et présentant un " grumeau de décantation ") dont les éléments micacés sont liés par une argile de type "Interstratifiés", frittée.

- des pâtes fines, riches en phyllites et en quartz fins

Microscopie : comparables à la précédente, ces pâtes sont riches en phyllites, très probablement détritiques, et en quartz fins (20 à 40 microns) bien calibrés. Certaines zones présentent un aspect de pigmentation calcique ; il y a des fragments d'une roche détritique fine quartzreuse . Lame mince 68-43 U.D.

Lames minces 70-221 : type détritique fin, comparable, mais moins riche en phyllites détritiques ; lame mince 70-231 - lame mince 68-2 - lame mince 64-2 U.D.

- Pâte phylliteuse à grains calcaires :

Microscopie : pâte beige-foncé, constituée de phyllites (détritiques fines ?) , de quartz anguleux assez grossiers et de grains calcaires ; grumeaux d'argile et fragments de croûte ferrugineuse. Lame mince 68-42.

CONCLUSION : Mélange probable d'une terre résiduelle des phyllades (cuisant rouge) et d'une marne argileuse éclaircissante .

2 - Céramique à pâte foncée et engobe clair

a) Pâtes à aspect micacé :

Macroscopie : Les pâtes **mi-fines**, fortement micacées, brun orangé, à engobe beige pâle et peinture brillante. Type archéologique étudié par Keline, 1966 .

Microscopie :

{ Remarque : Ce type, macroscopiquement riche en phyllites, a donné, en lame mince, tangentielle par rapport au plan d'orientation préférentielle des phyllites, un arrachage systématique des minéraux qui rend difficile l'étude microscopique.

Pâte brun-rouge clair, à fond isotrope, constituée principalement d'éléments détritiques bien classés, peu riche en quartz, constituée principalement de grandes phyllites cassées, sans pléochroïsme net (orthophyllites ?) et de grains fins de calcite spathique ou microcristalline ou de fragments de microfaune broyés. Lame mince 67-12 - 67-11 . U.D.]

b) Pâtes rougeâtres semi-grésées

Macroscopie : pâtes grenues, rouge-foncé, violacées, semi-grésées, plus ou moins micacées, à très bel engobe beige pâle, poli et peinture brillante. Types archéologiques étudiés par : Hommel 1960; Morricone, Courtois 1968 .

Microscopie : pâtes rouges, peu limpides, isotropes, contenant des éléments détritiques anguleux non classés, issus de roches granitiques dissociées, à quartz éclatés ou fondus, corrodés; biotites opacifiées; et liées à une ponce incolore limpide (Keller, 1970). A ces éléments, marqués par une anatexie partielle ou totale, s'ajoute des grumeaux à micas, biotite et muscovite . (Lame mince 67-19) : terre résiduelle probable du métamorphisme .

Lame mince 63-10 : idem, avec quelques éléments calcaires . U.D.

Lame mince 64-3 : surtout riche en quartz corrodés .

Rayons X : Les céramiques de ce groupe présentent des diagrammes globaux complexes, riches en cristallisations dues au matériel détritique cristallin abondant (quartz, feldspath, micas) . La portion fine présente des vestiges phylliteux depuis 24 Å jusqu'à 9,30 Å.

CONCLUSION : Ces céramiques à pâte rougeâtre, sont réalisées avec des terres plastiques, soit métamorphiques, soit des régions à volcanisme acide explosif donnant un produit cuit rouge-violacé de bonne qualité céramique, recouvert d'un engobe clair, afin de donner à ces céramiques l'aspect de céramique mycénienne à pâte claire .

II - Copies de céramiques mycéniennes

Caractères typologiques

Ces céramiques se différencient des céramiques mycéniennes, dites d'origine, par leur moindre qualité matérielle, soit parce qu'elles sont exécutées avec des matériaux céramiques médiocres, soit parce qu'elles sont de facture rapide et maladroite.

On peut schématiquement les classer en trois sous-groupes suivant la qualité de la peinture :

- 1 - Peinture vitreuse mi-brillante, brun-orangé à brun-rouge foncé (prédominance des types mycéniens III B).

- 2 - Peinture brunâtre ou rougeâtre opaque mate ou mi-mate, avec traces de polissage (types mycéniens III B2) .

- 3 - Peinture bichrome : ce type n'est pas encore connu à Chypre, mais il est fréquent en région syro-palestinienne (Lakisch) . Ce sous-groupe est étudié ici à titre de comparaison.

- Le " rude style " de Chypre appartient tantôt au sous-groupe 1 ci-dessus, tantôt au sous-groupe 2.

EXAMEN AU LABORATOIRE

- 1 - Céramique à peinture vitreuse mi-brillante

Macroscopie : ces céramiques présentent, sur des pâtes de qualités variées et plus ou moins altérées, une peinture ayant partiellement la transparence ou la finesse de la peinture de la céramique mycénienne dite d'origine .

Microscopie : aucun regroupement n'a été possible ; chaque céramique présente un microfaciès qui lui est propre .

Exemple : lame mince 68-81 : pâte isotrope beige-gris, du crétacé supérieur, riche en matériel détritique des roches vertes (grumeaux de décantation probable) . U.D.

Lame mince 68-86 : pâte brun-clair, constituée d'une dispersion de calcite (marne argileuse) probablement à radiolarites et foraminifères bien conservés du Crétacé supérieur . Lame mince 68-80. U.D.

Lame mince 67-13 : pâte brun-orangé, à fond isotrope floconneux et microgrenu, riche en matériel détritique très fin (quartz, feldspath, micas, chlorite, calcite , nodules ferrugineux, verre hyaloclastique ?), grains de roches calcaires microcristallines, foraminifères cassés .

- 2 - Peinture mi-mate opaque

Macroscopie : céramique à peinture brune, très fine, mate et comme recouverte d'un film translucide incolore dévitrifié . Type A du Rude style (Karageorghis, 1965) - Provenance C.S.A.

Microscopie : pâte brune isotrope, contenant des éléments détritiques divers, assez fins : phyllites, quartz, feldspaths, amphiboles rubéfiées, microfaune altérée, éléments hyaloclastiques .

La caractéristique principale est la présence de grains lithiques rubéfiés provenant de quartzophyllades et de microgrès à ciment ferrugineux.

Rayons X : (RX n°69-43) .

Le diagramme, pauvre en quartz, présente essentiellement, après la bosse de 10 Å, des cristallisations dont les pics principaux sont à 3,21 Å et 3,19 Å, puis de 2,96 Å à 2,88 Å .

Conclusion : Céramique réalisée dans une terre à portion argileuse ou argilo-marneuse dominante, à laquelle se mêlent des grains lithiques de roches faiblement métamorphiques (colluvium probable d'une argilite résiduelle du métamorphisme et d'une terre marneuse) .

- 3 - Peinture bichrome

Macroscopie : vase à étrier syro-palestinien, à pâte crayeuse beige pâle fine, surface lustrée et peinture bichrome; ces céramiques, quoique inspirées par les formes mycéniennes et ornées de bandes peintes probablement sur le tour, restant, techniquement, dans la tradition des cruchons du bronze moyen levantin. (Schaeffer 1949 : p. 239, 12-16); p. 299 ; p. 157-12) .

Microscopie : pâte faite d'une fine dispersion de calcite avec quelques plages isotropes, semi-opaques, petits nodules ferrugineux, quartz rares, belle microfaune de foraminifères du Turonien (P. Marie). lame mince 68-14 - prov. U. D.

Conclusion : boue résiduelle ou colluvium de sol calcaires (ou sol brun , d'affleurement des marno-calcaires Turoniens .

CONCLUSIONS GENERALES SUR LA CERAMIQUE EGEENNE

La classification

L'étude scientifique de cette céramique permet d'esquisser des regroupements de type macroscopiquement différents. Ainsi, certaines céramiques, à pâte fine de Crète, présentent plus de similitude avec le groupe 1 A de la céramique mycénienne qu'avec les autres céramiques dites " chamottées " de Crète (lame mince MSKb 19 995 ; MSKc 19 996 ; lame mince 68-31 - provenance Cnossos; lame mince 68-36).

D'autre part, elle permet de préciser la classification de séries macroscopiquement semblables en établissant des subdivisions : par exemple, les pâtes fines belges comprennent :

- 1) une série monominérale ;
- 2) une série fossilifère (probablement lacustre ou lagunaire ?, à ostracodes).
- 3) des séries détritiques sédimentaires : soit à quartz dominants, soit à calcaire dominant ;
- 4) une série métamorphique fine ;
- 5) une série mixte: métamorphique, calcaire , etc ...

Recherche des provenances d'origine :

A côté de séries pétrographiquement atypiques, pour lesquelles le but de l'analyse est surtout de préciser la description, il y a des céramiques dont les matériaux sont suffisamment caractéristiques et relativement rares pour que l'on essaie d'en rechercher les provenances probables .

Citons, par exemple, le groupe créto-mycénien, décrit plus haut, dont il faudra réaliser une étude comparative avec les céramiques crétoises plus anciennes dites de Kamarès (les séries à pâte beige rosé) et celles dites du " style du Palais " . (Demargne, 1964) .

De même, l'étude des séries provenant de zones métamorphiques qui se situent dans l'arc insulaire dite : zone du Vardar (Brunn 1960), ainsi que celle des céramiques

mycéniennes figuratives tardives (Schaeffer 1969 UgV - planches III-VII), fabriquées dans une région marquée par un volcanisme explosif récent qui correspond, en Egée, soit à Thera (Fouqué 1879), soit à la région de Kos-Yali-Kalimnos, sont à approfondir.

Notons que ces céramiques sont semblables, pétrographiquement, à la poterie rouge violacée commune de Milet (lame mince 67-19) et de même style que les céramiques mycéniennes les plus courantes des strates III c 1 e de ce site . Photo XII .

Histoire technologique

De cette étude des constituants de la céramique égéenne, ou de tradition égéenne, il ressort quelques observations et hypothèses générales :

1) Il semble qu'à l'origine de la céramique mycénienne, il y ait eu une production homogène d'une qualité céramique très rare en Méditerranée orientale. Nous avons vu qu'elle présente des similitudes avec une partie de la céramique créto-mycénienne.

Cette production est peut-être sortie d'un groupe aux traditions palatiales ; initiateur, chef d'Ecole et grand exportateur au cours des XIVème et XIIIème siècles avant Jésus-Christ, de céramique soit de type " stéréotypé ", ainsi que de certaines figurines ϕ et ψ , soit de types originaux étrangers aux traditions égéennes .

2) Très rapidement, les ateliers, situés dans les principaux comptoirs marins mycéniens, se multiplient; le potier adapte alors sa technique en fonction des terres argileuses dont il dispose; ainsi il modère la température maximale de cuisson lorsque la terre est marneuse, ou bien, il réalise un engobage d'une argile montmorillonitique, cuisant beige pâle, afin de cacher la couleur rougeâtre de la céramique .

Par contre, une peinture presque silimaire est réalisable en tous points de la côte méditerranéenne, avec le produit d'une terra rossa dégradée, défloculée, décan-tée et sans doute enrichie en alcalin .

- Notons qu'il existe, en Crète même, une carrière d'argilite pure, blanc gris clair, très bien cristallisée, encore exploitée, qui est probablement un kaolin industriel.

- De plus, il y a à Milos un gisement de kaolin exploité actuellement pour la céramique indistrielle grecque, qui résulte du lessivage acide de tufs volcaniques récents (Vachtl 1969 - p.16). La céramique mycénienne fine est assez abondance dans cette fle(Demargne 1964 , p. 218) .

3) Principalement à cause de la chimie des éléments en traces (chimie), les céramiques mycéniennes III A2 - B de Chypre étudiées ne semblent pas attribuables à une production chypro-mycénienne . Notons, toutefois, qu'aucune série tardive, d'as-pect homogène, telle que celle de Kouklia-Mantissa, n'a été étudiée (Karageorghis, 1965) .

4) Le " rude style ", dont l'origine chypriote est peu contestée, se distingue par la qualité du dessin de son décor peint, techniquement, il doit être classé dans les imitations de la céramique mycénienne (peinture mi-mate et pâte grossière), il pré-sente, sur le plan pétrographique, de nombreuses similitudes avec la céramique an-cienne de Vasilia (Cs 88) .

. Rénovées par l'apport mycénien (?)

IV - LA CERAMIQUE MINYENNE

CARACTERES TYPOLOGIQUES

La céramique minyenne se caractérise par la couleur grise uniforme (gris clair ou un peu plus foncé) du cœur de la pâte et par la surface lustrée peu brillante, ornée surtout de vagues et de stries imprimées sur la pâte encore molle, probablement au tour .

Les formes principales sont : le cratère (Pyla : Kokinokremmos , Dikaios 1969 - planche 237 - Schaeffer 1949 Ugaritica II, planche 60), et la cruche .

De rares céramiques de ce type, par suite d'une oxydation au cours du chauffage, ont une couleur beige-rosé .

Provenance

Ces céramiques seraient importées de régions dites " minyennes " (Grèce septentrionale ou côte égéenne d'Anatolie) .

Des céramiques, d'aspect similaire à celles que nous avons analysées ici, ont été trouvées à Troie-Hissarlik, Strate VII A et B, et Pyla de Chypre (Dikaios 1969, p. 237) .

ETUDE AU LABORATOIRE

I - Type macroscopique à pâte mi-fine, gris moyen

Microscopie

Pâte à fond isotrope gris, assez limpide, faite d'éléments détritiques rhyolitiques, grains lithiques à quartz corrodés (Photo n° X, page 29) ; orthose, micropegmatite, très rares biotites altérées. Prov. U. D.

A. T. D. : aucune réaction. ATD 67-7.

Rayons X : le diagramme présente une diffraction diffuse depuis 25 Å à 6,40 Å, comprenant, en plus, des pics faibles à 18,30 Å, 14 Å, 12 Å et des pics dominants peu aigus à 10,06 Å et 6,40 Å ; les deux pics principaux du quartz sont d'intensité moyenne et suivis d'un pic double à 3,23 Å et 3,19 Å, attribuables aux feldspaths.

Chimie : (B 14) - Cette céramique présente les normes chimiques d'une roche de la famille des rhyolites .

II - Type à pâte beige rose

Microscopie : Eléments minéraux comme 67-7, avec traces de microfaune actuelle. Fragments non fossilisés d'oursin mou (apport éolien ?) . Prov. U. D.

L'installation de l'atelier, ou du moins la terre utilisée, se situe à proximité d'un rivage actuel lagunaire ?

CONCLUSION

Terre plastique monogénétique, faite d'un andosol riche en éléments détritiques, résultant de l'altération résiduelle pure d'un massif rhyolitique .

Ces deux échantillons de céramique minyenne, issus probablement de cratères amphoroïdes à pâte grise (ou brun rose) qui sont, en vision microscopique, matériellement semblables aux céramiques de Ras-Shamara-Ugarit, niveau final (Schaeffer 1949, p. 157, 11), proviennent d'une région côtière constituée d'un massif rhyolitique. Suivant les études de géologie générale, il n'y a pas à Chypre ni en zone syro-palestiniennne, d'affleurements importants de cette nature pétrographique.

Par contre, la zone structurale dite du Vardar (Brunn 1960) comporte principalement, sur la côte égéenne d'Anatolie, un massif rhyolitique aux alentours des antiques cités de Colophon et de Phocée .

Les céramiques grises communes du Bronze ancien et moyen d'Hissarlik-Troie présentent des microfaciès différents. Elles sont constituées de terres rhyolitiques plus évoluées, mêlées à des grains lithiques sédimentaires et métamorphiques .

2) Type à pâte fine, brun orangé clair -

- Microscopie :

a/ Pâte, soit jaune-orange assez limpide, très riche en dispersion de calcite microcristalline, contenant une très belle microfaune de foraminifères, soit à peu près opaque brune, avec foraminifères bien conservés, à tests vides, nodules ferrugineux (lame mince 69-113 - Skyphos - provenance : Sinda).

b/ Pâte beige-orange peu limpide, à polarisation très basse, avec une très légère dispersion de calcite. Microfaune bien conservée et sable noir très fin anguleux, issu des roches vertes, à amphiboles-actinotes (lame mince 69-77 - Skyphos, provenance Hala Sultan Tekke).

Céramiques faites d'une marne fossilifère très calcaire, enrichie de l'argile d'une terra rossa, n'ête ou non à un sable noir. Ce matériau résultant peut-être d'un mélange intentionnel, car la microfaune, bien conservée, rend le mélange dans un colluvium naturel improbable.

3) Type à pâte grenue mi-fine -

- Microscopie : pâte gris-brunâtre, à fond isotrope, avec de très fins cristallites et à floculations presque opaques, contenant beaucoup de grains détritiques d'un sable bien arrondi, à grains lithiques et minéraux issus des roches vertes et de quartzo-phyllades et microfaune épigénisée en oxyde de fer et altérée par la cuisson (vacuoles nombreuses), rares minéraux opaques subidiomorphes.

- Lame mince 68-61 : cratère à décor close-style.

Cette céramique, bien qu'altérée par le chauffage, présente le micro-faciès courant de la céramique de Mésoorie centrale ou occidentale.

CONCLUSION

Au début du chypriote récent III B, l'adoption généralisée du style décoratif propre à la céramique mycénienne III C1 s'accompagne de changements techniques importants.

Les céramiques fines, fabriquées à la main, ne se perpétuent qu'au Troodos ("red coarse ware"). L'utilisation du tour rapide, utilisé jusque là dans quelques centres plus ou moins étrangers implantés à Chypre, est adopté et généralisé, aussi bien pour la fabrication de la céramique commune (plain ware wheel made II) que de la céramique ornée. Les ressources sont choisies de façon à permettre la fabrication en série de céramiques homogènes à pâte fine, relativement stables au séchage et pouvant cuire à température assez élevée sans accident (1000° - 1150°). Elles donnent une terre cuite assez imperméable.

Ce changement brusque et général qui, suivant les connaissances historiques, correspond à d'importantes migrations de populations, semble indiquer que les potiers nouveaux venus, habitués dans leur pays d'origine à utiliser des terres fines faciles à travailler, stables, supportant une cuisson élevée peut-être sans perdre leur brillance (mycénien II B - III A), n'ont trouvé à Chypre, en abondance, que des bentonites calcaires qui, utilisées suivant des techniques probablement égéennes, donnent

une céramique d'aspect dégradé par rapport à celles réalisées en zone créto-égéenne*. De plus, elles présentent fréquemment, plus de similitude d'aspect avec la céramique "white-painted IV hand made" bien culte, à pâte fine, qu'avec la céramique mycénienne III A - B.

* Note : Aspect dégradé que l'on retrouve dans la céramique d'Ashdod IV, stylistiquement comparable à celle d'Enkomi-Sinda, mais fabriquée avec un loess probablement sud-palestinien (Gaza, El-Arish ?). Dothan, 1964.

II - CERAMIQUE MYCENIENNE III C2

Cette céramique se caractérise par son décor fait de lignes ondulées (wavy lines), peint en noir mat. Elle a reçu, à Mycènes, le nom de céramique dite du "Granary style". (Coche de la Ferté).

Ces céramiques en Mésaorée orientale ont les mêmes types de pâte que les céramiques mycénienes III C1.

Il faut toutefois remarquer de très rares bols "skyphoi" à pâte rouge et engobe beige.

ETUDE AU LABORATOIRE

A.- Pâte beige-gris, mi-fine -

- Microscopie : Pâte beige brunâtre, mi-opaque, faite d'une fine dispersion de calcite dans un fond isotrope à microfaune (foraminifères du Dano-Paléocène, P. Marie). Eléments détritiques variés : quartz anguleux ou arrondis, minéraux lourds (chromite et pyroxènes) et grains lithiques des roches vertes. lame mince 63-2.

B.- Pâte beige-gris, grenue -

- Microscopie : Pâte assez opaque, isotrope, d'aspect carbonaté par places, minéraux lourds des roches vertes, grains lithiques à aspect de quartzite, gros foraminifères remaniés. lame mince 69-251.

C.- Pâte rouge finement grenue -

- Microscopie : Pâte rouge assez limpide, riche en aiguilles rouges (dont certaines pléochroïques) dans un fond isotrope (à cristallites de cuisson).

Fragments de roches grenues à quartz à extinction ondulante quelquefois corrodés ou cariés ; orthose dominante - plagioclase ; fragments de roches microlithiques à quartz fins et feldspath (roche volcanique acide: rhyolite ?), pyroxène vert, épidote, minéraux opaques idiomorphes. lame mince 68-60.

CONCLUSION : Ces céramiques sont de types variés, soit peu différentes de celles à pâte mi-fine ou grenue, observée dans la céramique mycénienne III C1, soit d'un type particulier, fait d'une terre rouge grenue, riche en fragments de roches acides microlithiques ou grenues, ce qui est rare à Chypre. Formation de Lapithos à "Olistolithes" ou céramique importée (Duclos 1964, page 59).

III - CERAMIQUE LATE III DECORATED

Cette classe de céramiques regroupe la céramique commune tournée, ornée de bandes horizontales peintes, exécutées sur le tour, à l'initiation de la céramique mycénienne III A - III C. Les céramiques étudiées ci-après sont du type le plus courant : la jatte carénée à anse horizontale.

- Macroscopie : Pâte beige foncé fine.
- Microscopie : Pâte orangée assez limpide, à fond isotrope, très riche en calcite microcristalline, avec quelques foraminifères entiers, à test vide, grains ferrugineux, quelques quartz et grains quartzite (lame mince 69-112 - provenance Sinda).

Lame mince 69-111 : pâte isotrope riche en vacuoles, probablement semblable à la précédente, mais décarbonatée (niveau éluvial).

Ces céramiques sont faites dans des terres calcaires de type courant à Chypre (flysch calcaire ?).

IV - "BUCCHERO WARE"

Ces céramiques, dont la forme courante est la cruche, se caractérise le plus souvent par un décor de la panse, réalisée en relief : "cannelures ou champ-levé". (Schaeffer 1949 - 1952).

Ces céramiques sont surtout grises ou noirâtres en surface.

Les céramiques à pâte claire, beige-gris ou rose, sont couvertes d'un engobe foncé, brun-noirâtre.

- Macroscopie : Bucchero cannelé, à pâte beige et engobe noirâtre.
- Microscopie : Pâte beige-gris, à fond peu limpide, isotrope ou à polarisation très basse (vacuoles nombreuses, dues au milieu éluvial d'enfouissement), quartz fins peu nombreux, très rares grains lithiques à plagioclase, grains calcaires, grumeaux gris-opaque fissurés. Lame mince 63-07.

Céramique à pâte fine, fortement cuite, mais très altérée, faite d'une argile marneuse de type courant à Chypre.

V - CERAMIQUE "PLAIN - WHITE - WHEEL - MADE" II

En Mésaorée orientale, ces céramiques communes peuvent être rattachées schématiquement à trois grands groupes :

- a) Céramiques en argile marneuse du type : flysch de Kythrea. Cette production était probablement la plus estimée.
- b) Céramiques à pâte claire, plus ou moins riches en minéraux lourds détritiques issus du Troodos.

Les sous-groupes sont nombreux. L'un des plus caractéristiques est celui de la "plain-white-wheel-made II" d'Enkomi, à pâte semi-grésée violacée et faux engobe de ressuage blanchâtre.

Remarque : cette céramique, qui semble faite d'une terre à "faciès saumâtre", n'apparaît qu'au chypriote récent III B ; elle peut être due soit à la création d'une production locale nouvelle, soit à une brusque modification géochimique très localisée de ressources utilisées antérieurement.

- c) Céramiques en "terra rossa" évoluées. Ce sont principalement des "marmites" de type "coarse ware".

L'étude comparative des formations locales contenant des terres plastiques indique que les types locaux de Mésoaorée orientale, et principalement à Enkomi, sont des types b et c.

CLASSES CERAMIQUES

de CHYPRE.

Caractères pétrographiques.

[illegible]

CHAPITRE VI

SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS

INTRODUCTION : Ce chapitre comprend d'une part le classement des pâtes céramiques de Chypre et leur provenance probable, d'autre part la réalisation d'un lexique et d'un tableau synoptique des types étudiés.

I - LES CERAMIQUES CHYPRIOTES ET LEURS PROVENANCES

LES TYPES DE PATES ET LEURS PROVENANCES PROBABLES

L'analyse des céramiques sélectionnées ne permet pas de donner un tableau complet de la production céramique chypriote à l'âge du Bronze. Cependant, des rapprochements sont possibles :

1. - Séquence plutovolcanique

La séquence plutovolcanique comprend :

A) Des céramiques faites de terres d'altération résiduelle

a / des roches grenues : céramiques red polish du chalcolithique - bronze ancien, ainsi que des céramiques communes du bronze récent (brown red coarse ware).

b / des roches filoniennes : céramiques red polish du bronze ancien, puis du bronze récent : monochrome ware, puis la base ring II B et certaines W.S.W.II.

c / des roches microlithiques et hyaloclastiques : céramiques red polish du chalcolithique et du bronze ancien et du bronze récent, certaines W.S.W.I contenant aussi des éléments volcano-sédimentaires.

- Localisations géologiques : les régions à roches plutoniques basiques grenues se situent principalement dans le massif du Troodos et comprennent des roches ultrabasiques aux affleurements limités au sommet du Troodos et à la zone sud dite Massif de Kellaki.

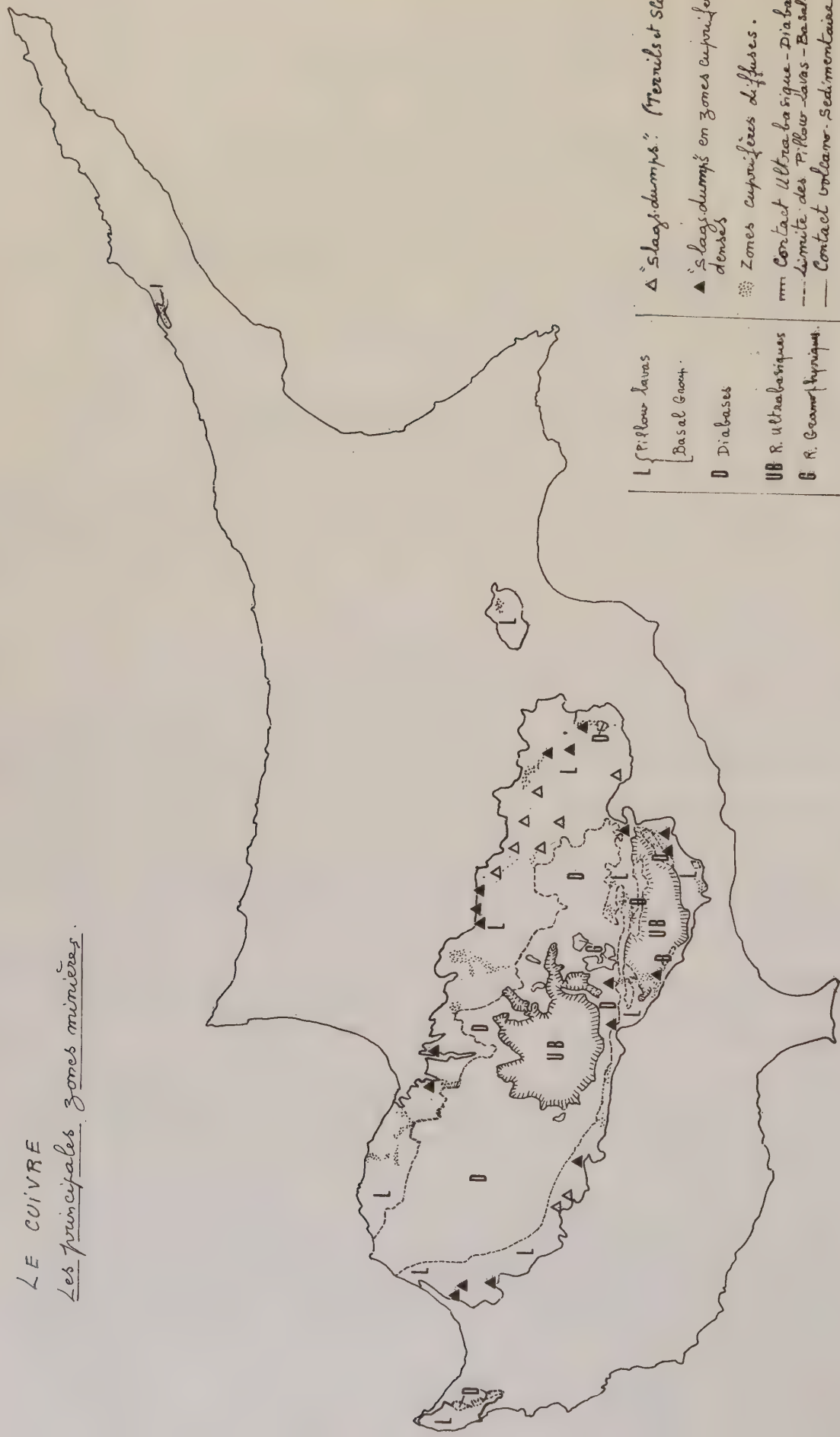
Les affleurements à prédominance de roches intrusives (diabase riche en formation filonienne) constituent, avec les séries superposées à pillow-lavas, la plus grande partie de la périphérie du Troodos et apparaissent au cap d'Akamas, dans la région de Troulli.

Le caractère géochimique dominant de ces formations pluto-volcaniques basiques est le rapport Na/K voisin de 4.

Actuellement, les terres colluviales de paléosols rouges ou de sols bruns d'altération résiduelle (diabases) sont encore utilisées pour la fabrication de briques pleines, principalement à Galata, Phini, Kellaki et Zakaki. A Kornos, on fabrique de

LE CUIVRE

Les principales zones minières.



L { Pillow lavas

{ Basal Gneiss

D Diabases

UB R. Ultrabasiques

G R. Gneissophiques

Δ "Slag dumps" (Trezils et Slorier)

▲ "Slag dumps" en zones cuprifères denses

⊙ Zones cuprifères diffuses.

--- Contact Ultrabasique - Diabases

--- Limite des Pillow-lavas - Basal Gneiss

— Contact volcano. Sedimentaire

la poterie domestique à décors poinçonnés ou en relief (Hampe, 1962), à partir de chlorite gonflante et sable d'arène.

Il faut ajouter les affleurements basiques, comprenant aussi des gabbros et pillow-lavas, appartenant au "complexe igné de Mamonia", qui sont relativement riches en potassium (Gass, 1960).

Ces affleurements se situent, d'une part, dans la région de Paphos et dans la région de Cape-Dolos-Parekklisha et, d'autre part, dans la zone centrale de la chafne de Kyrénia, depuis Orga à l'ouest jusqu'à Yaloussa à l'est.

Les terres plastiques, sans doute très localisées, issues des roches endogènes basiques de Mamonia, ont été très probablement utilisées par les Anciens, mais ne sont plus exploitées.

B) Des céramiques constituées massivement ou partiellement de terres blanches d'altération hydrothermale :

Ces "roches hydrothermales" apparaissent dans la proto white-slip-ware et dans les white-slip ware I - III.

Suivant les études métallogéniques faites à Chypre (Bear, 1963), les formations correspondantes se situent au pourtour du Troodos, à Troulli, cap d'Akamas et à l'ouest de Platanisso (carte ci-jointe). La production de ces céramiques se situe dans des régions comprenant des terres d'altération hydrothermale et comportant des traces de l'activité minière des Anciens (excavations, monticules de terre et scories).

L'une des productions céramiques les plus intenses de la poterie W.S.W.II est à localiser dans une région cuprifère à diabases blanchies du Troodos.

- Les terres provenant de formations volcano-sédimentaires : Elles composent certaines W.S.W.I, apparaissent soit dans la formation de Mamonia, mêlées aux roches pluto-volcaniques citées plus haut (pays de Paphos, Cape Dolos et chafne de Kyrénia, etc.), soit en de rares points où affleure la formation de Parapedhi (black shales, bentonite à radiolaires libres) à Troulli, Skouriokissa, Kambia, Parapedhi.

2.- Séquence sédimentaire pélitique non calcaire

A) Les céramiques faites d'argilite à fragments plus ou moins indurés (cherts rouges) sont du type red-on-red.

Les terres de ce groupe se caractérisent surtout par l'importance de la portion argileuse potassique assez stable et bien cristallisée (illites).

Les argilites, à fragments indurés, se retrouvent dans les formations qui ne sont plus exploitées actuellement, mais qui ont été largement utilisées pour la céramique du premier millénaire de la région de Paleapaphos. Elles proviennent de la formation de Mamonia (Shales - Lapierre, 1969), soit du sud-ouest de l'île, soit de la chafne de Kyrénia (Lower Lapithos - Gass, 1960 - Barroz, 1970).

B) Les céramiques faites, soit d'une terre argilo-pélitique dominante (type base ring I et II), soit d'une pélite argilo-gréseuse dominante, très comparables aux précédentes, mais plus siliceuses, sont du type base ring I et surtout II.

Ces argilites potassiques, à grès feldspathiques dominants (strates fines d'un flysch "graded bedding ?) qui donnent de très belles céramiques grésantes à paroi fine, ne sont plus connues de nos jours.

On a voulu situer la zone d'origine de ces céramiques dans la vallée de l'Ovgos* ; jusqu'à ce jour, nous n'avons trouvé aucune terre plastique qui puisse leur être comparée (carte pédologique). Le wild-flysch affleurant dans la région de Paphos pourrait évidemment comporter des pélites argilo-gréseuses ; ceci n'a pas été signalé. Par contre, la région orientale de la chaîne de Kyrénia possède un flysch terrigène ancien (Barroz, 1970), antérieur au flysch calcaire de Kythréa, faisant suite aux formations middle Lapithos, et dont les affleurements sont situés entre Kalogrée et Ardhana.

3.- Séquence sédimentaire calcaïque

a) Marnes argileuses à globigérines du Crétacé supérieur : elles constituent certaines céramiques black punctured ; ce sont des boues à globigérines plastiques (sans radiolaires) du Crétacé supérieur. Elles ne semblent pas connues à Chypre.

b) Marnes argileuses très riches en foraminifères et à spicules spongiaires : elles ont servi à la céramique red polish de Pyla (CS 1968) aussi bien qu'à la white painted IV du Bronze moyen final.

Ces séries marines, sans matériel détritique, seraient néogènes (Miocène tardif, communication orale de G. Montenat). Elles apparaissent principalement dans les strates inférieurs de la formation de Pakhna, sur les piémonts sud du Troodos et dans la région de Trouliti.

c) Les marnes argileuses à quartz très fins et globigérines éparses : elles sont utilisées dès le Bronze ancien pour la fabrication de la red polish, probablement pour certaines white painted du bronze moyen que nous n'avons pas analysées (tectonic style), au bronze récent pour la plain ware, ainsi que la mycénienne III C1 et III C2.

Ces marnes argileuses, à quartz très fins, se situent principalement dans le flysch calcaire de Kythréa ou dans les alluvions à peu près monogénétiques issues de cette formation.

Ces terres sont surtout sodiques, constituées d'une portion notable de calcite microcristalline (de 20 à 30 %) et d'éléments détritiques pélitiques, liés par une bentonite (illite montmorillonite : rapport environ 1/10).

Ce sont les terres plastiques les plus employées à Chypre pour la fabrication de briques creuses, de la poterie vernissée touristique ou domestique (Vasilía, Kyrénia, Larnaká tis, Lapithou).

La terre de Mia Miléa est plus argileuse, constituée principalement d'illite ; son âge géologique est indéterminé.

4.- Séquence polygénétique argilo-marneuse, à grains lithiques

a) Marnes argileuses à grains calcaires noirs

Elles apparaissent dans certaines céramiques anciennes, de type red polish.

* Carte pédologique.

Ces terres plastiques, principalement celles de la céramique de Mersinia, proviennent probablement du colluvium, du flysch et des calcaires noirs non fossilifères, non recristallisés, du groupe de Trypa (formations Sykhari ou Dhikomo) de la chafne de Kyrénia.

b) Argiles marneuses à grains lithiques de quartzophyllade

Elles apparaissent essentiellement dans la céramique red polish du bronze ancien et du bronze récent initial ; on en retrouve dans les céramiques dites mycéniennes rude style.

Ces terres argileuses colluviales du type : flysch de Kythréa, se caractérisent par un apport lithique de la formation de Dikhomo.

Ces marnes argileuses sont assez riches en éléments micacés avec fragments de phyllades et quartzo-phyllades. La coexistence de ces éléments est propre à la chafne de Kyrénia et doit être localisée en bordure des olistolithes métamorphiques, inclus dans la brèche de Lapithos situés sur les pentes du nord-ouest de la chafne de Kyrénia (Vasilia - Karmi - Bellapaïs).

L'argilite résiduelle des quartzophyllades (argiles à 10 Å et 7 Å) de Karmi est à la base de la production de qualité du potier d'art d'Ayios-Yiorgios.

5.- Séquences calcaires détritiques polygénétiques argilo-sableuses

a) Ces céramiques sont surtout riches en grains hyaloclastiques et en minéraux lourds, issus des roches plutovolcaniques grenues.

b) Céramiques surtout riches en foraminifères remaniés et en minéraux lourds

Ces deux types se trouvent dans les classes white painted III et V, et plain ware II, LC III decorated, mycénien III C1, mycénien III C2.

Ces marnes argileuses, à sables fins polygéniques provenant des dépôts fluviatiles de la Mésoorée, sont d'une grande diversité.

Suivant les apports, ce sont tantôt les éléments hyaloclastiques qui dominent (région Ouest de la Mésoorée), tantôt les sables fins à foraminifères et minéraux lourds stables (région Est de la Mésoorée).

Ces formations sont exploitées actuellement pour la fabrication des briques pleines ou creuses, et pour la céramique domestique (région d'Angastina, Gaidouras, Strongylos).

Ce sont des terres dont la portion argileuse liante est une bentonite. Une terre alluviale, polygénique, qui n'a pas été étudiée, est extraite à Prodhromi (région de Polis).

6.- Séquence éluviale évoluée

Céramique red polish du bronze ancien, et red coarse ware des périodes tardives.

Les terres éluviales évoluées, et surtout la terra rossa, sont exploitées à Myrtou et Zakaki principalement. Les Anciens ont utilisé les sols rouges qui recouvrent les croûtes calcaires (Kafkalla) en de très nombreux points de l'île (Enkomi).

II - LEXIQUE DES TYPES CERAMIQUES : LEURS CARACTERES AU LABORATOIRE

DEFINITIONS

Avant d'aborder les problèmes généraux concernant l'évolution de la céramique chypriote, il convient de préciser les termes que nous utiliserons.

Ceux-ci correspondent à deux optiques différentes : on remarquera que ces définitions ne sont pas valables que pour les céramiques, mais encore pour tous les ensembles archéologiques.

A. - Du point de vue géographique, c'est-à-dire en tenant compte, pour une large part, des connaissances liées aux sciences de la terre :

- 1) La céramique autochtone

a/ La céramique autochtone locale : sur le plan ethnographique, ou des "usages" on peut, arbitrairement, limiter le terme "local" aux céramiques qui ont pu être transportées à dos d'hommes pendant une journée de marche, c'est-à-dire provenant d'un rayon d'une quinzaine de kilomètres au maximum.

Exemple : La céramique préhistorique de Barbirey-sur-Ouche qui, quel que soit son aspect macroscopique, est constituée de la même terre que les masses de marnes argileuses crues qui l'accompagnent.

b/ La céramique autochtone régionale : nous désignerons sous cette appellation une céramique provenant d'une certaine région géographique ; par exemple : nous savons que Chypre présente quatre régions géographiques principales, constituées par des plaines séparées par des chaînes de montagnes et présentant des ensembles géologiques différents. Autre exemple : les amphores du Latium, à grenat jaune et pyroxène vert, sont caractéristiques de la région côtière du Latium.

- 2) La céramique allochtone, c'est-à-dire trouvée en dehors de la zone géographique de fabrication parce que constituée de matériaux incompatibles avec ceux de son lieu de découverte.

B. - Du point de vue culturel, c'est-à-dire en tenant compte principalement des problèmes posés par les sciences historiques et humaines : traditions, apports culturels, évolution technique.

On peut distinguer :

- 1) La céramique endogène dans un milieu culturel donné ; elle est le produit local ou régional d'une communauté culturelle déterminée, dont les traditions peuvent être fixées ou évolutives à l'abri d'apports extérieurs nouveaux.

L'évolution endogène peut affecter :

- la technique, en liaison avec l'évolution des arts du feu ;
- la forme, et résulter de l'influence des récipients en matériaux non céramiques ;
- les décors, influencés par les arts du tissage, de la vannerie, de la peinture, de la gravure, etc...

- 2) La céramique exogène : elle est étrangère à un milieu culturel donné, à cause de sa technique, de sa forme, de son décor.

Remarque : Principaux types de relation entre les céramiques endogènes et exogènes :

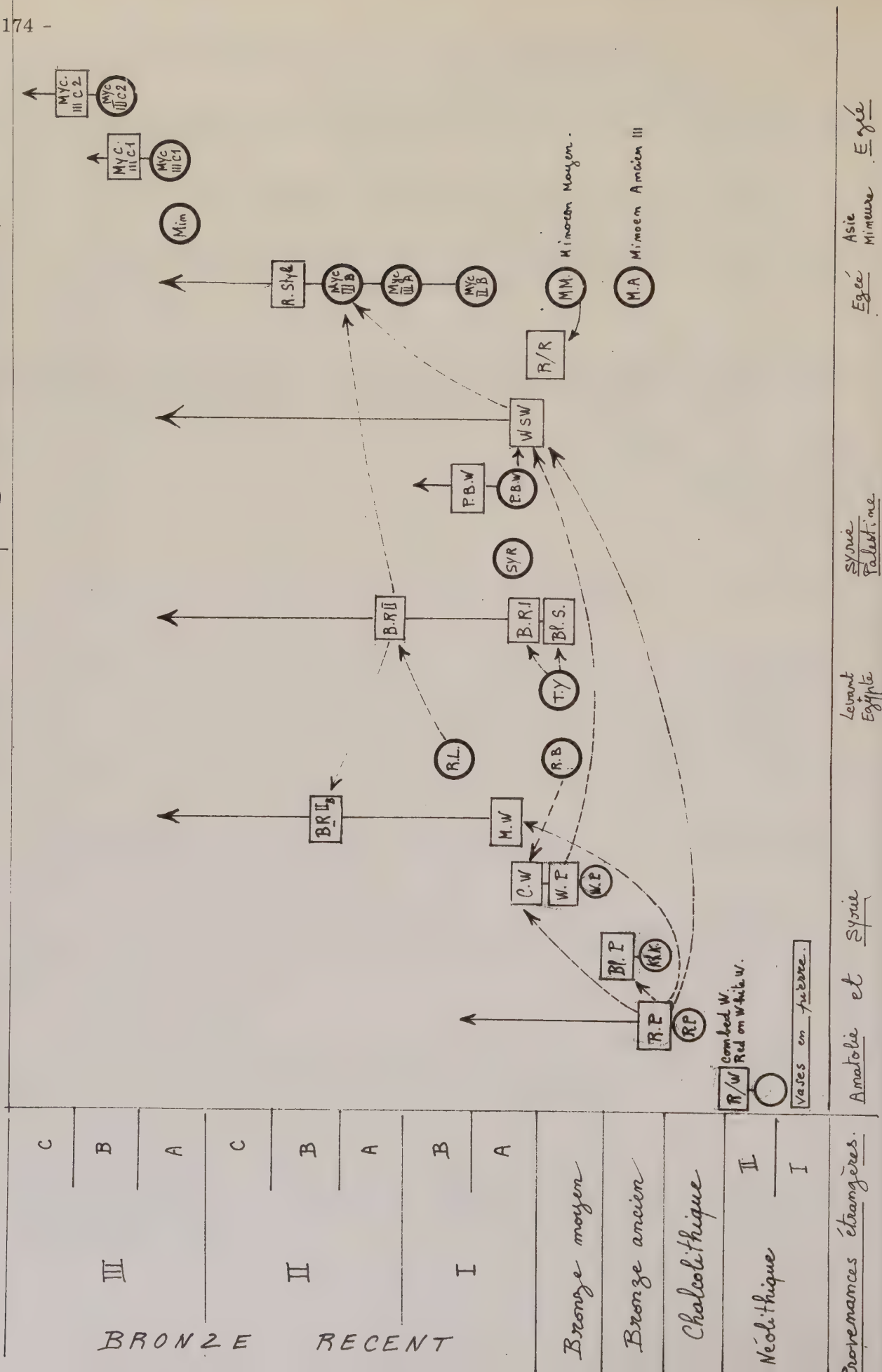
a) La céramique endogène, introduite dans un milieu culturel donné, lorsqu'elle provient d'un milieu culturel différent : cas des comptoirs.

N. B. - Une céramique peut être à la fois locale (géographiquement) et exogène (culturellement). Exemple : Potiers étrangers installés dans les comptoirs de trafic maritime.

b) Les céramiques exogènes, importées ou bien introduites, entraînent soit des phénomènes d'interférence culturelle temporaire, imitation globale de la céramique exogène, emprunt de certaines techniques, copies d'éléments décoratifs, soit une fusion culturelle qui donne naissance à un nouveau milieu culturel. Dans celui-ci, les caractères endogènes primitifs et exogènes constitueront alors un fond endogène nouveau.

III : TABEAU SCHEMATIQUE des:
Apparitions et filiations des types céramiques
de Chypre.

○ Influence étrangère
□ Céramique autochtone à Chypre
○ Céramique Allothone à Chypre



LEXIQUE TECHNIQUE SOMMAIRE

Dans ce lexique, nous séparerons les notions résultant des études archéologiques précédées du signe - des données de l'analyse précédées du signe *

"Black punctured ware" ou céramique de Tell-El-Yahoudieh (T. Y.) :

- Céramique faite au tour, pâte grisâtre et engobe lustré gris à noirâtre, décor incisé et poncturé, quelquefois incrusté de blanc.

Historiquement liée aux "Hyksos" (Egypte-Palestine-Syrie), cette céramique exogène à Chypre apparaît à la fin du moyen bronze et disparaît au début du bronze récent.

* Cette céramique grise, résultant d'une cuisson réductrice peu élevée, est sans imprégnation grasse carbonisée notable. Allochtone à son début, elle marque le commencement de la production de céramique grise à Chypre (voir B. R.) suivant des techniques exogènes peu connues, résultant soit d'un chauffage en atmosphère de CO, soit de l'absorption d'un combustible interne déjà privé de ses goudrons (céramique au charbon de bois ?).

"Composite ware" (C. W.)

- Céramique faite à la main, couverte d'engobe minéral pur, rouge-foncé ou noirâtre à l'extérieur, et peinte à l'intérieur, qui apparaît comme la fusion endogène de deux types de céramiques chypriotes : la "white painted III et IV" et la "red black slip ware", et qui apparaît au bronze moyen final et disparaît au début du bronze récent I.

* Cette céramique en argile marneuse plus ou moins détritique peut être constituée de :

a/ pâte rose et engobe rougeâtre modérément cuite ;

b/ pâte blanchâtre calcique à peinture noirâtre craquelée, fortement cuite.

- Notions archéologiques

* Données de l'analyse

Elle est autochtone et régionale à la Mésaorée et comporte probablement un type local à Kalopsidha.

"Base ring ware I - II A" (B. R.)

■ Céramique à paroi fine, faite à la main, brun-gris (leather ware) ou grise sonore (B.R.I.), à surface d'engobe léger, lustré, peu luisant, avec traits peints en blanc (B.R. II) ; type partiellement endogène, inspiré par la vaisselle métallique et par un type étranger (P.B.W.). Elle apparaît au bronze récent I et disparaît au bronze récent III A.

* Cette céramique, à pâte argilo-siliceuse potassique, très fine, grésée, contenant une phase vitreuse importante résultant d'une cuisson assez élevée et réductrice donnant une céramique grise.

La réduction est due soit à la nature de la terre (départ d'eau à haute température), soit à une technique de cuisson d'origine exogène propre à la "céramique grise".

"Base ring ware II B" (B. R.)

■ Céramique fine comme la B.R. II A, couverte d'engobe noir ou noirâtre mat, ornée de traits de peinture blanchâtre, datée du bronze récent II B et III A.

* Cette céramique à paroi fine, bien cuite, et faite d'une terre autochtone pluto-volcanique, semblable à celle de la "monochrome ware". C'est un produit endogène à Chypre, résultant probablement de l'imitation de la B.R. II par les potiers de la "monochrome ware".

"Bichrome palestinian ware" (B. P. W.)

■ Céramique importée, faite au tour en terre cuite claire, à décor bichrome d'inspiration hourrite, suivant plusieurs auteurs, et qui apparaît à Chypre au bronze récent I A et B.

* Cette céramique présente deux types :

a/ terre fine peu calcaire, à aspect de loess continental, bien cuite, très probablement allochtone à Chypre.

b/ terre sableuse, à minéraux lourds, calcaire, modérément cuite. Céramique de fabrication exogène, sans doute autochtone à Chypre.

La peinture brun-noir manganifère de ces céramiques provient peut-être de régions à roches vertes contenant des minéralisations cuivreuses.

"Red lustrous ware" (R. L.)

■ Céramiques tournées en terre cuite rouge fine, à surface lustrée sur engobe rouge, ayant souvent un signe gravé sur pâte molle, probablement importée de régions syro-palestiniennes ou syro-anatoliennes, au cours du bronze récent II A-C.

* Cette céramique, faite d'argilite, non calcaire, alumineuse non quartzifiée, bien cuite (950° - 1000°) est très probablement allochtone à Chypre, venant d'une province géochimique basique indéterminée.

"Red polish ware" (R.P.)

- Céramique faite à la main et ayant une surface rouge luisante. Elle apparaît au chalcolithique comme un type exogène venu d'Anatolie, donnant rapidement une typologie endogène dès l'ancien bronze et disparaît dans le courant du bronze récent I A.

Les pâtes appartiennent à deux groupes régionaux autochtones à Chypre :

a/ sédimentaire calcaire, avec prédominance de la R.P. III au bronze récent (L.C.A. 1).

b/ pluto-volcanique (Troodos et Troulli), prédominance probable de la R.P. IV.

* Les surfaçages sont faits d'un engobage de terra rossa poli par lustrage, soit à l'état naturel : la surface est alors peu brillante ; soit après enduisage gras, la surface est, dans ce cas, très brillante. La cuisson modérée doit être suffisante pour provoquer la calcination de tous les éléments organiques, du moins en surface.

"Red black polish ware" (R.B. 1 P.)

- Céramique apparentée à la R.P., introduite à Chypre au cours de l'ancien bronze III - influence exogène de Khirbet-Kerak (Palestine) - mais qui présente beaucoup de caractères endogènes dans sa forme et son décor.

* C'est une céramique constituée de la même pâte que la R.P. III, mais dont l'imprégnation grasse de la pâte et de l'engobe est plus forte, carbonisée, incomplètement calcinée par une cuisson modérée réductrice ou neutre.

"Red on red ware" (R.R.)

- Céramique façonnée à la main, couverte d'un engobe rouge foncé ou semi-brillant, ornée de traits "peints comme au peigne" en rouge plus clair mat. Type soit exogène, soit endogène, suivant les auteurs, en relation avec la vaisselle métallique. Apparaît au milieu du moyen bronze, disparaît au cours du début du bronze récent I A.

* Les céramiques à engobe luisant de cette classe de céramique sont constituées d'une argilite sans doute autochtone régionale (formations de Mamonia ou Perapedhi probablement). L'engobe est semi-vitrifié, naturellement fondant ou enrichi d'alcalin, suivant technique exogène non déterminée.

"White painted ware, hand made"

- Céramiques, soit à surface mi-foncée, ornée d'une peinture de couleur sombre luisante (W.P. II), soit à surface claire luisante et à peinture foncée (III - V), engobe blanc mat et peinture mate noirâtre (IV), qui apparaît au début du bronze moyen comme une création endogène résultant de la fusion culturelle d'éléments endogènes chalcolithiques (red on white ware) et d'apport exogène syro-anatolien et qui disparaît au cours du bronze récent I (W.P. V - VI).

* Cette céramique autochtone, faite de marne argileuse, de cuisson modérée W.P. III, ou de cuisson forte W.P. IV, apparaît surtout comme régionale autochtone de la chaîne de Kyrénia (W.P. III - IV). Peinture rouge, faite souvent de terra rossa frittée : W.P. II - III, ou mi-fondue, mate, brun-noirâtre W.P. IV ou bien noire, manganifère.

"White slip ware" (W.S.W.)

■ Céramique faite à la main, en terre cuite foncée sonore, engobe blanc au pôle mi-lustré ou mat, ornée de peintures brunâtres ou bichromes (brun-rouge et brun-noir). La cuisson est assez élevée ; céramique endogène à Chypre, marquée par quelques apports exogènes (décor bichrome). Apparaît au début du bronze récent I A, disparaît au début du bronze récent III.

* Cette céramique bien cuite, autochtone, faite tantôt de terre d'altération résiduelle, tantôt de terre d'altération hydrothermale de roches pluto-volcaniques basiques. Elle comprend plusieurs productions régionales liées à l'exploitation minière (Troodos et Troulli) ; la peinture est, soit seulement ferrifère, soit ferro-manganifère.

"Minyan ware" (Min.)

■ Céramique tournée en terre cuite grise lustrée, ornée, striée, ou de vagues faites au tour, qui apparaît surtout au bronze récent III A.

* Céramique bien cuite, grise, ornée, faite d'une terre résiduelle rhyolitique, allochtone à Chypre, importée et probablement originaire d'Ionie, si elle est le produit de fabriques installées en zone côtière (continentale).

"Monochrome ware" (M.)

■ Céramique faite à la main, en terre cuite brun-rouge, à surface raclée, barbouillée d'engobe rouge ; endogène, résultant suivant certains auteurs d'une fusion entre les céramiques "red polish" et "base ring". Apparaît au bronze récent I A, et disparaît au bronze récent II B.

* Cette céramique autochtone régionale, à pâte rouge, pluto-volcanique, est montée avec une "armature" de filasse ; elle est bien cuite (1000°) en atmosphère oxydante.

"Céramique mycénienne" II B - III A-B"

■ Céramique tournée en terre cuite beige, très fine, dense, à décor peint en brun-noir à brun-orangé, brillante. Céramique présumée importée à Chypre au cours du bronze récent II A à III A, de régions égéennes insulaires ou continentales (Argolide).

* Céramique allochtone à Chypre, faite d'une argilite pure, agradée, semi-réfractaire, pâle, décorée d'une peinture vitrifiée. Cuisson assez élevée (1000° à 1100°).

"Céramique mycénienne III B et rude style I"

■ Céramique tournée en terre cuite variée, à engobe beige-rosé à beige-grisâtre, fine, à peinture brillante ou mi-brillante, brun-noir à brun-orangé, à surface souvent altérée.

* Les pâtes de ce type ne constituent pas un groupe homogène.

Elles comprennent :

- des argilites colorées ou bien pâles, qui peuvent être fortement cuites ;
- des mélanges intentionnels ;
- des marnes argileuses plus ou moins calcaires, modérément cuites.

La majorité de ces céramiques sont allochtones, importées à Chypre. Les types autochtones, exogènes de Chypre restent à déterminer. Le "Rude Style" de Chypre paraît autochtone, régional à Vasilia, résultant probablement d'interférences culturelles : technique exogène, avec inspiration endogène partielle du décor.

"Mycénienne III C1 I"

■ Céramique tournée en terre cuite rarement colorée, le plus souvent beige-blanc à gris-verdâtre très pâle ; peinture brun-noir à noir écaillé. Céramique caractéristique du bronze récent III B.

* Cette céramique autochtone, bien cuite à très cuite, de technique exogène comprend des types régionaux :

- soit d'argilite colorée, comparable à la "white painted III" ;
- soit d'argile très marneuse cuisant blanc, comparable à la "white painted IV".

"Céramique mycénienne III C2 e"

■ Céramique tournée en terre cuite rouge, engobe blanc mat, décor en peinture noire altérée. Bronze récent III C.

* Céramique allochtone importée, à pâte riche en éléments provenant d'un volcanique acide.

"Céramique mycénienne III C2 I"

■ Céramique tournée en terre cuite beige à gris-vert pâle, peinture noire mate, caractéristique du bronze récent III B.

* Cette céramique autochtone, en argile marneuse, très cuite, est de technique comparable à la céramique mycénienne III C2 B.

CONCLUSION

Une meilleure connaissance de la céramique ancienne nécessite une étude plus approfondie que l'examen macroscopique. La description minéralogique, résultant de l'analyse physico-chimique est le complément normal et indispensable de la typologie archéologique.

Nous rappellerons quelques données nouvelles résultant d'une telle analyse.

Citons en premier lieu la possibilité de déterminer l'intérêt qu'il faut porter aux similitudes d'aspect entre certaines céramiques appartenant à une même classe typologique. Par exemple, les séries homogènes de céramiques "base-ring" grises du groupe A, se révèlent toutes faites réellement de la même terre plastique utilisée dans plusieurs ateliers voisins, situés près, ou sur, un même affleurement géologique.

Inversement des céramiques d'aspect similaire, telles que les céramiques mycéniennes III A₂ - B à pâte beige et de belle facture, se révèlent comme des productions d'ateliers assez étrangers entre eux et utilisant soit diverses terres plastiques affinées, soit des argilites alumineuses pures.

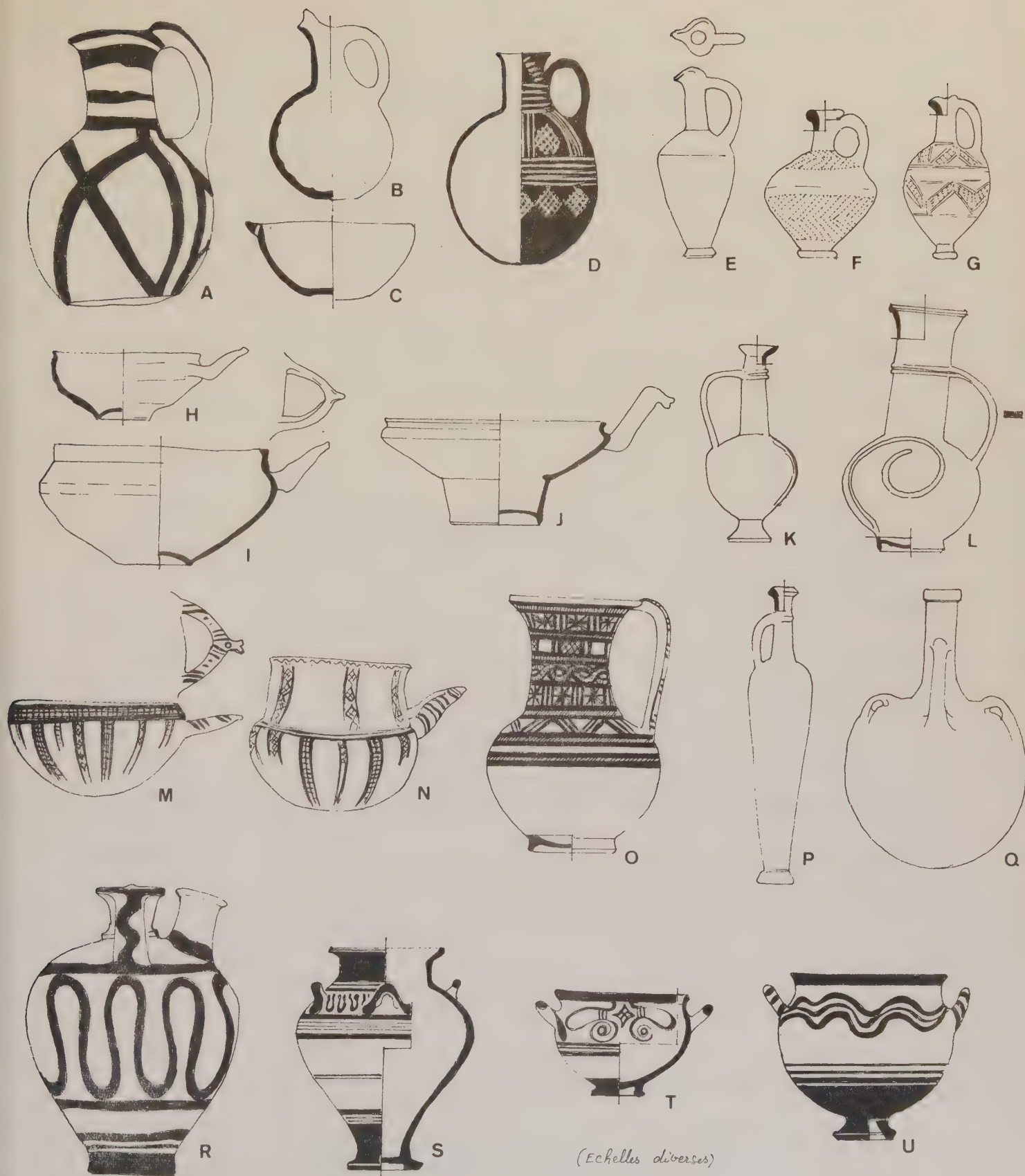
L'étude minéralogique, en outre, conduit à des rapprochements inattendus tels que la relation existant entre l'évolution des techniques d'exploitation minière du cuivre et l'invention de la céramique chypriote "white slip".

De plus cette étude permet, dans de nombreux cas, de différencier par rapport à un site ou une région archéologique donnée et suivant des critères scientifiques démontrables, les céramiques allochtones des céramiques autochtones. Ainsi, à Chypre au cours du bronze récent, on peut distinguer des productions régionales différentes, pour ainsi dire provinciales, que les anciens insulaires ont échangées d'une région naturelle à l'autre, de sorte qu'actuellement, on retrouve aux divers points de l'île, tous les types de céramique chypriote.

Il ne faut pas oublier que la céramique ancienne a pu subir, au cours de son long enfouissement des modifications importantes par adjonction ou élimination d'éléments chimiques. Lorsque la nature et l'état des constituants minéralogiques, compte-tenu de ces modifications dues à l'altération, sont connus, il devient possible de déterminer à quelle classe technique une céramique appartient. Ce travail doit révéler les traditions ou les innovations technologiques qui ont été utilisées par le potier pour fabriquer cette céramique. Les "aires culturelles" propres à chaque classe technique, pour une époque déterminée, pourront alors apparaître. On suivra désormais, avec plus de précision leur "évolution géographique" au cours des temps anciens.

Le regroupement des caractères géologiques et culturels propres à certaines classes typologiques a déjà permis de rétablir le sens réel d'apports culturels ou d'échanges commerciaux caractéristiques de la période de transition de l'âge du bronze à l'âge du fer en Méditerranée orientale.

Enfin, l'examen scientifique de la céramique peut orienter la prospection archéologique vers des habitats anciens situés en des régions peu étudiées. Il en est ainsi, par exemple, pour les habitats des zones montagneuses, quelquefois riches en gîtes minéraux qui ont été plus rarement détectés que les Tells des vastes plaines alluviales du Proche-Orient.



(Echelles diverses)

QUELQUES TYPES CERAMIQUES DU BRONZE RECENT : A. White Pointed Ware ; B.C. Red-Polish ; D : Red-on-Black ; E : Red Slip ; Black punctured F.G ; H,I Monochrome ; J.K.L. Base Ring ; M,N White Slip ; O: Palestinian Bichrome W. ; P.Q. Red Lustrous ; R : Céramique dite : "Crète-mycénienne " ; S, " Mycénien III A2 " ; T : " Mycénien III c 1. ; U : " Mycénien III c2 " .

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- AHRENS L.H., TAYLOR S.A. (1961). - Spectrochemical Analysis, Londres-Paris, Pergamon Press, 2ème éd., p. 119-128, p. 159-167.
- ALKIM U.B. (1968). - Anatolia 1. Nagel - Genève.
- ASTROM P. (1957). - The middle cypriote bronze Age, Lund.
- ÅSTRÖM P. (1966). - Excavations at Kalopsidha and Ayios Iakovos in Cyprus. Lund.
- AUBERT G., BOULAIN J. (1967). - La Pédologie : "Que sais-je" n° 352. Presses Universitaires de France, Paris.
- AVNIMELECH M.A. (1969). - Bibliography of Levant Geology. Vol. 2, 183 pages. Israël Program for scientific Translations, Jérusalem.
- BAGNALL P.S. (1960). - The geology and mineral resources of the Pano Lefkara-Larnaka Area. Mém. n° 5. Geological Survey Cyprus.
- BALFET H. (1952). - p. 269 - in : La découverte du passé. 359 pages. J. Picard Paris.
- BALFET H. (1966). - La céramique comme document archéologique. Bulletin de la Société Préhistorique française. Tome LXIII - fasc. 2, p. 279, Paris.
- BALFET H., LAFUMA H., LONGUET P., TERRIER P. (1969). - Une invention néolithique sans lendemain : Valasselle précéramique et sols enduits dans quelques sites du Proche-Orient ancien. Bulletin de la Société Préhistorique française. Tome 66, n° juin, p. 188-192.
- BARROZ F. (1970). - Observations nouvelles sur l'Eocène de la chaîne de Kyrenia, (Chypre). C.R. Acad. Sc. Paris, t. 270 (2 mars 1970), série D 1205
- BEAR L.M. (1960). - The Geology and Mineral Resources of the Akaki-Lythrodondha Area. Mem. n° 3, Geological Survey, Cyprus.
- BEAR L.M. (1963 a). - The mineral resources and mining industry of Cyprus. Bull. n° 1. Geological Survey Department, Nicosia.
- BEAR L.M. (1963 b). - Geological map of Cyprus. Geological Department Cyprus, Nicosia.
- DANIEL J.P., BENSON J.L. (1960). - Bamboula at Kourion. The stratification of the settlement. Supplementary remarks on stratification. Report of the department of antiquities. Cyprus 1970. Zavallis Press, Nicosia
- BIEK L. (1965). - Archeology and the microscope. Lutterworth, London.
- BLANC A. (1964). - Les études en laboratoire sur la céramique antique. Revue archéologique de l'Est et Centre-Est, n° 59-60, t. XV, p. 285.
- BODIN V. (1956). - Technologie des produits de terre cuite, 247 pages. Gauthier Villars, Paris.
- BORDET P., COURTOIS L. (1967). - Etude géologique des céramiques anciennes : Les matériaux. C.R. de l'Académie des Sciences, Paris. t. 265, p. 1581 - 1583.
- Etude géologique des céramiques : Les techniques de fabrication. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 265, p. 1665 - 1667.

II

- BORDET P. (1968). - Précis d'optique cristalline appliquée à l'identification des minéraux. 212 pages. Masson et Cie, Paris.
- BOUCHARD A. (1965). - De l'emploi des méthodes chimiques et spectrographiques pour l'étude des poteries antiques. Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau Band, 1965, p. 113 - 188.
- BOUCHARD A. (1966). - Etude de la variation de la composition chimique d'argile à tuile de la région de Ravel (Puy-de-Dôme). Extrait de la Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne, vol. 32, fasc. 1, 2, 3, 4.
- BOUCHARD A. (1971). - Corrélations entre la composition chimique et la provenance des poteries antiques. Thèse. U.E.R. Sciences Exactes et Naturelles Univ. de Clermont-Fd. Série D.U. n° 41.
- BRAIDWOOD (1960). - Excavations in the plain of Antioch. Chicago.
- BRANCHE G., CHANTRET F. (1959). - Rapport C.E.A. n° 1253, Saclay.
- BRUNN J.H. (1960). - Les zones helléniques internes et leur extension. Réflexions sur l'orogénèse alpine. Bulletin de la Société Géologique de France. 7e série, t. II, p. 470 à 486.
- BUCHHOLZ H.G. (1969). - Naissance d'une civilisation in "Chypre" I, p. 19 - 28. Archéologie vivante, mars - mai 1969, Paris.
- CABOTSE J. (1968). - Les vases à revêtement - Aspect des enduits et des pâtes p. 14 - La ville gallo-romaine de Bonvert, p. 23, in "Actes des Journées d'Etude de la céramique antique". Roanne 1967. R.A.C.F. Vichy.
- CAILLERES S., HENIN S. (1963). - Minéralogie des argiles, 355 pages. Masson, Paris.
- CAILLEUX A., TAYLOR G. - Code expolaire - N. Boubée, Paris
- CARR J.M., BEAR L.M. (1960). - The geology and mineral resources of the Peristerona-Lagoudhera Area. Mém. n° 2 - Geol. Survey Cyprus.
- CARROLL D. (1970). - Rock weathering. Plenum Press. New-York London
- CATLING H.W., BLIN-STOYLE A.E., RICHARDS E.E. (1963). - Correlations between composition and provenance of Mycenaen and Minoan pottery. Annual of the British school at Athens 58, 94-115.
- CATLING H.W. (1963). - Patterns of settlement in bronze age Cyprios. Opuscula Atheniensa IV. C.W.K. Gleerup-Lund
- CATLING H.W. (1968). - Late Minoan vases and bronzes in Oxford. The annual of the british school of archeology at Athens, vol. 63, p. 89
- CATLING H.W. (1969). - La conquête du cuivre in "Chypre I", pages 81 - 88. Archéologie vivante n° 3, mars - mai 1969. Paris
- CATLING H.W., MILLET A. (1969). - Theban Stirrup-jars : Questions and answers p. 3 - Archaeometry, vol. 11, Laboratory for Archaeology and the History of Art. Cambridge University Press - Oxford
- CHANTRET F., COURTAUT B. - Comportement en analyse thermique différentielle de mélanges naturels et artificiels de carbonate de calcium et d'argile. Rapport C.E.A. n° 2262, Saclay.
- CINTAS P. (1950). - Céramique punique, 685 p. Klencksieck, Paris.
- CLEERE H. (1969). - in "Revue archéologique du Centre" 1970, tome IX, fasc. 3-4 p. 352, R.A.C.F. Vichy.

- COCHE de la FERTE (1957). - "Essai de classification de la céramique mycénienne d'Enkomi". Paris.
- CONRAD G. (1969). - L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara algérien. Centre de Recherches des Zones Arides n° 10, C.N.R.S. Paris.
- COURTOIS J.C. (1962). - Fouilles de tumulus du Premier Age du Fer à Serres et Chabestan. Bulletin de la Société Préhistorique française LIX, p. 559
- COURTOIS J.C. (1968). - Atti e Memoria del primo Congresso internazionale di Micenologia Roma, 1967, p. 1020.
- COURTOIS J.C. (1969). - Chypre à l'aube de son histoire. Archéologie vivante. Splendeur d'Enkomi-Alasia, capitale de Chypre, p. 93, Paris.
- COURTOIS L. (1970). - Note préliminaire sur l'origine des différentes fabriques de la poterie du chypriote récent. Report of the Department of antiquities. Cyprus 1970. Zavallis Press, Nicosia.
- DEMARGNE P. (1964). - Naissance de l'Art Grec. Gallimard, Paris.
- DESBOROUGH V.R. d'A. (1964). - The last Mycenaeans and their successors. Oxford.
- DESHAYES J. (1962). - "Les techniques des Grecs", in "Les origines de la civilisation technique". Presses Universitaires de France. Paris.
- DESHAYES J. (1966). - Argos. Les fouilles de la Deiras. Etudes Peloponésiennes IV J. Vrin. Paris, 304 pages, planches.
- DESHAYES J. (1969). - Les civilisations de l'Orient Ancien. 673 pages, A 5321/A 131 Arthaud, Paris.
- DESHAYES J. (1970). - Point de vue subjectif sur la construction d'une typologie. Colloques internationaux du C.N.R.S. Marseille 1969. Archéologie et calculateurs, p. 17, C.N.R.S. Paris.
- DIKAIOS P. (1969). - Enkomi - Excavations. Mainz.
- DOTHAN M. (1964). - Ashdod : preliminary report on the excavation in seasons 1968 - 1963 - Israël exploration journal. Vol. 4, n° 1 - 2, Jérusalem.
- DOUILLET, NICOLAT (1969). - Les minéraux du Kaolin. A 5321/A 131. Bulletin de la Société Française de Céramique. N° 83, Avril - Juin 1969. Paris.
- DUBERTRET L. (1966). - Liban, Syrie, et bordure des pays voisins. Première partie : Tableau stratigraphique avec carte géologique. Notes et Mémoires sur le Moyen-Orient, VIII, p. 259 - 351.
- DUCLOZ Ch. (1964). - Notes on the geology of Kyrenia range, p. 57. Annual report of the Geological Survey Department, for year 1963. Cosmos Press, Nicosia.
- EITEL W. (1966). - Silicate science, vol. V. Céramics and hydraulic binders. Academic Press - New-York - London.
- EMILIANIDES A. (1962). - Histoire de Chypre - Coll. "Que sais-je", n° 1009. Presse Universitaire de France. Paris.
- EPSTEIN C. (1966). - Palestinian bichrome ware. E.J. Brill Leiden.
- FARNSWORTH M. (1964). - Greek pottery : a mineralogical study. American Journal of Archeology, vol. 68, pages 221 - 228.
- FOUQUE (1879). - Santorin et ses éruptions. Paris.
- FRANKEN H.J., KALSBECK J. (1969). - "Excavations at Tell Deir Alla, I" Brill. Leiden.
- FURUMARK A. (1941). - The Mycenaean Pottery - Analysis and classification. Stockholm.

- LAPADU HARGUES P. (1959). - Géochimie - Encyclopédie de la Pléiade : la Terre. Ed. Gallimard, Paris, pages 639 - 701.
- LAPADU HARGUES P. (1968). - Conférences de Géochimie. Plein-Air Service Ed. Clermont-Fd.
- LAPIERRE H., ROCCI G. (1967). - Le massif plutovolcanique basique de Kellaki (Chypre). Etude pétrographique et structurale. Sciences de la Terre Tome XII (1967), n° 3, p. 145 - 181, Nancy.
- LAPIERRE H. (1968). - Découverte d'une série volcano-sédimentaire probablement d'âge Crétacé supérieur au sud-ouest de l'île de Chypre. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 266, p. 1817 - 1820 (29 avril 1968).
- LAPIERRE H., ROCCI G. (1969). - Un bel exemple d'association cogénétique laves calcaires : la formation triasique de Petra tou Romiou (Chypre). C.R. Acad. Sc. Paris, t. 268 (2 juin 1969).
- LAPIERRE H. (1970). - Découverte de plusieurs phases orogéniques mésozoïques au Sud de Chypre. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 270 (13 avril 1970). Série D p. 1876.
- LLOYD S. (1956). - Early Anatolia. London.
- LUCAS A. (1948). - Ancient egyptian materials and industries. Edward Arnold, London.
- MACKENZIE R.C. (1957). - The differential thermal investigation of clays. Mineralogical society. London.
- MAGNAN C. (1961). - Traité de microscopie électronique, tome I. Herman, Paris.
- MARECHAL J.R., JUNKER (1962). - Considérations sur la métallurgie préhistorique. Presse Universitaire de France, Paris.
- MARECHAL J.R. (1966). - Applications diverses des méthodes dilatométriques à l'étude de la céramique antique et leurs avantages pour la détermination et l'évaluation rapide des teneurs en silice et en chaux sous certaines conditions. Celticum XV, OGAM, Rennes.
- MATSON F.R. (1965). - Ceramics and man. Aldine publishing company. Chicago
- MAUREL P. (1969). - Corrélations générales dans les roches argileuses. Bulletin Société française Minéralogie - Cristallographie (1969), 92 p. 369-375.
- MERRILLEES R.S. (1962). - Bronze Age "spindle bottles from Levant". Opus Athen., 4, p. 187.
- MERRILLEES R.S. (1968). - The cypriote bronze age pottery found Egypt. Studies in Mediterranean Archeology, vol. XVIII, Lund.
- MILLOT G. (1949). - Relation entre la constitution et la genèse des roches sédimentaires argileuses. 352 pages. Extraits de "Géologie et prospection minière, 1949, tome II, n° 2 - 4.
- MILLOT G. (1963). - Géologie des argiles, 500 pages. Masson éd., Paris.
- MONACO A. (1970). - Sur quelques phénomènes d'échanges ioniques dans les suspensions argileuses au contact de l'eau de mer. C.R. Acad. Sc. Paris, série D. 1 - 743.
- MOORE T.A. (1960). - The geology and mineral resources of the Aspiou-Akrotiri-Area ; Cyprus geological survey. Memoir n° 7, Nicosia.
- MORRICONE L. (s.d.). - Eleona e Langada : Sepolcreti della tarda Eta del bronzo à Coö. Annuario della scuola archeologica di Atene. Vol. XLIII-XLIV. Roma (page 290, fig. 335).

- GARDIN J.C. (1970). - A propos de l'ouvrage de D.L. Clarke. Analytical Archeology : Revue archéologique 1970, fasc. 1, p. 117 - 122. Presse Universitaire de France, Paris.
- GASS I.G. (1959). - The geology and mineral resources of Dhali Area. Geological Survey Department Cyprus, Mémoire n° 4, 116 pages, Nicosia.
- GAUDRY A. (1859). - Géologie de l'île de Chypre. Mém. Soc. Géologique de France.
- GIRARD M.C. (1970). - Etude statistique des notions de type et de phase sur un sol méditerranéen, p. 349. Cahier O.R.S.T.O.M., Série pédologie, vol. VIII, n° 3, 1970.
- GUIBERT C. (1969). - Mise au point d'une méthode nouvelle en céramologie : désagrégation des poteries par les ultrasons. Archéologia n° 31, p. 73, Paris.
- GUILLOT et HALOT D. (1961). - Comparaison d'une même argile crue et cuite. D 551, B.F.S.C. n° 51, avril 1961.
- HAMPE R., WINTER A. (1962). - Bei Toepifern und toepferinnen in Kreta, Messinien und Zypern. Mainz.
- HENNESSY J.B. - Stephanía a middle and late bronze age cemetery in Cyprus. Londres.
- HOMMEL P. (1960). - Der Abschnitt der Athenotempels (in Milet). (Tafel 14, 2 - 16-17) Istambuler Mitteilungen Heft 9/10, 1959/60, p. 31.
- HUOT J.L. (1967). - Typologie et chronologie relative de la céramique du bronze ancien à Tell El-Fâr'ah. Revue biblique, tome LXXXIV, J. Gabalda, Paris (p. 517 - 554).
- JAMOND C. (1961). - Méthodes de dosage spectrographique des oligoéléments dans les roches. Trav. Doc. Dép. Géol. Min. Fac. Sc. Clermont-Fd n° 19.
- JOHANNSEN A. Ph. D. (1937). - A descriptive petrography of the igneous rocks. vol. I-IV. University of Chicago Press, Chicago.
- JOUENNE C.A. (1960). - Céramique générale. Notions de physico-chimie. 2 tomes. Gauthier-Villars. Paris.
- JUNG J. (1958). - Précis de pétrographie. Roches sédimentaires métamorphiques et éruptives. Masson et Cie, Paris.
- KARAGEORGHIS V. (1960). - Fouilles de Kition 1959 (Etude sur les origines de la ville). Bulletin de correspondance hellénique, 1960, p. 504 - 588.
- KARAGEORGHIS V. (1965). - Nouveaux documents pour l'étude du bronze récent à Chypre. Etudes chypriotes III, Bocard, Paris.
- KARAGEORGHIS V. (1968). - Chypre. Nagel, Genève-Paris.
- KELLER W.D. (1963). - Hydrothermal kaolinization (endellitization) of volcanic glassy rock. Clays and Clays minerals, vol. 10, p. 333 - 343.
- KELLER J. (1970). - Origin of rhyolites by anatexis melting of granitic crustal rocks. The exemple from the Island of Kos (Aegean Sea). Bulletin de Volcanologie, tome XXXIII, fasc. 3, n° 948 - 959.
- KLEINER G. (1966). - Alt-Milet - Wiesbaden (tafel IV).
- LAMOUREUX M. (1968). - Les sols bruns méditerranéens et les sols rouges partiellement brunifiés du Liban. Cahier O.R.S.T.O.M., série Pédologie vol. VI, n° 1.
- LAPADU-HARGUES P. (1954). - Précis de minéralogie. Masson et Cie, Paris.

VI

- MUNIER P. (1957). - Technologie des faïences : 227 pages. Gauthier-Villars.
- MUNSELL (1954). - Soil Color Chart. Baltimore.
- NICOLAS J., HIERONYMUS B. (1969). - Contribution de la minéralogie et de la géochimie à l'étude de la genèse et du dépôt des bauxites de Provence. Bulletin de la Soc. fr. de Céramique, n° 82, janvier - mars 1969, p. 49.
- NOBLE J. van (1965). - The technique of painted attic pottery. Metropolitan museum of Art, New-York.
- PANTAZIS Th. M. (1967). - The geology and mineral resources of the Pharmakas - Kalavassos area. Geological survey department Cyprus. Memoir n° 8 Nicosia.
- PANTAZIS Th. M. (1968). - A revised bibliography of Cyprus geology. Geological survey department Nicosia.
- PARROT (1946). - Archéologie mésopotamienne. Les étapes. 541 pages. Albin-Michel Paris.
- PERINET G. (1964). - Sur la minéralogie des argiles bauxitiques de Peygos (Var). Bull. soc. fr. minéralogie et cristallographie, LXXXVII, n° 4, p. 592-6 Masson et Cie, Paris.
- PEYRONNET P. de (1970). - Géologie de la région d'Alanya (Taurus méridional). Thèse de la Faculté des Sciences de Paris. C.N.R.S. n° A.O. 3890.
- PICON M. et Coll. (1966). - "Le dosage du quartz dans les céramiques. Application à quelques problèmes des sigillées" dans R.A.C. 15-16, 1966, p. 281-286. R.A.C.F. Vichy.
- PICON M., VERTET H. (1970). - La composition des premières sigillées de Lezoux et le problème des céramiques calcaires. Revue archéologique de l'Est et du Centre-Est, fasc. n° 78-80, janvier - juin 1970, tome XXI, fasc. 1, p. 207 R.A.E. Dijon.
- RAISON (1968). - Les vases à inscriptions, peut-être d'âge mycénien, et leur contexte archéologique. Edizioni Dell'Ateneo, ROMA.
- RAMBAUD D. (1969). - Etude sur la répartition des éléments traces dans quelques sols ferrallitiques. Thèse Fac. des Sc. de l'Univ. de Paris. O.R.S.T. O.M. Paris.
- ROUBAULT M. (1963). - Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant. 365 p. Lamarre - Poinat, Paris.
- RYAN C.W. (1957). - A guide to the known minerals of Turkey. Mining Engineer, tome 17. Ankara.
- SCHAEFFER C.F.A. (1936). - Missions en Chypre, 1932 - 1935. Paris.
- SCHAEFFER C.F.A. (1952). - Enkomi-Alasia (449 pages). C. Klencksieck, Paris.
- SCHAEFFER C.F.A. (1949). - Ugaritica II - 320 pages. Institut Français de Beyrouth B.A.H. tome XLII. P. Geuthner, Paris.
- SCHAEFFER C.F.A. (1968). - Ugaritica V. Institut Français de Beyrouth. B.A.H., tome LXXX. P. Geuthner, Paris.
- SCHOEN R., ROBERSON Ch. E. (1970). - Structure of aluminium hydroxide and geochemical implications. The american mineralogist. Vol. 55, n° 1 - 2, page 43, Washington.
- SERGEEV E.M. (1971). - Les forces de cohésion et l'eau liée dans les argiles. Géologie appliquée. Chronique des mines. Section II n° 1, 1971, p. 9-20 Ed. B.R.G.M., Paris.

- SCHWANK L. (1970). - Le microduromètre pour microscope métallographique M.M.S. Informations, Recherches et Techniques. Leitz II/1-2 ; p. 20 Frankfurt/Main.
- SHAW D.M. (1964). - Interprétation géochimique des éléments en traces dans les roches cristallines, 237 pages. Masson et Cie, Paris.
- SHEPARD (1956). - Ceramics for archaeologist, 414 p. Carnegie Inst. Wash : public 609, Washington
- SJOQVIST E. (1940). - Problemes of the late cyprïote bronze age. Stockholm.
- SMIRNOV, - La zone d'oxydation des gisements sulfurés (en Russe). Traduction du B.R.G.M. (R) n° 3004.
- STOCKTON (1968). - Report of the department of antiquities. Cyprus, Nicosia.
- STUBBINGS F.H. (1951). - Mycenaean Pottery from the Levant. Cambridge.
- STUIJTS A.L. (1970). - Renaissance dans la technologie céramique "techniques Philips" n° 4, juillet-août 1970, p. 39, Dunod éd., Paris.
- TARDY Y., MEILHAC A. (1970). - Une nouvelle séquence de minéraux argileux à aluminium interfoliaire dans l'altération des granites en pays tempérés. C.R. Acad. Sc. Paris, tome 271 (16 novembre 1970) p.1745 série D.
- TRICHET S. (1969). - Contribution à l'étude de l'altération expérimentale des verres volcaniques. Thèse Faculté des Sciences Paris C.N.R.S. n° AO 3149.
- VACHTL J. (1969). - Review of kaolin deposits of Europe. International geological Congress. Tchécoslovaquie 1968. Proceeding of symposium I : Kaolin deposits of the world A-Europe. Academia, Prague.
- VATAN A. (1967). - Manuel de sédimentologie. Ed. Technip, Paris.
- VAUMAS E. de (1959). - Les grandes régions morphologiques de Chypre. Bull. Soc. Géogr. Egypte. 32, p. 279-290.
- VAUMAS E. de (1968). - Phénomènes karstiques. La chafne de Kyrénia et ses pied-monts (p. 246). Mémoires et documents, 1967, vol. 4. Centre de Recherches et documentation cartographique et géographique C.N.R.S. Paris.
- VIALETTE Y. (1957) I. - De l'emploi des méthode chimiques et spectrographiques pour l'étude des argiles des poteries antiques. Mémoire de D.E.S. Faculté des Sciences, Univ. de Clermont-Ferrand.
- WARREN P. (1967). - Minoan stone vases as evidence for Minoan foreign connections in the Aegean late bronze age. Prehistorique society, vol. XXXIII, p. 37-57.
- WILSON R.A.M., INGHAM F.T. (1959). - The geology and mineral resources of the Xeros-Troodos Area. Mem. n° 1, geological survey. Cyprus.

PUBLICATIONS COLLECTIVES

- GENESE et SYNTHÈSE des ARGILES (1962). - 478 p. Colloques nationaux du C.N.R.S. n° 105. Editions du C.N.R.S. Paris.
- LACHISH (1938-1958). - Tel Ed Duweir - Oxford. University Press. London - New-York Toronto.
- DICTIONNAIRE ARCHEOLOGIQUE DES TECHNIQUES (1963). - Editions de l'Accueil, Paris.
- DOSAGE DES ELEMENTS A L'ETAT DE TRACES DANS LES ROCHES ET LES AUTRES SUBSTANCES MINERALES NATURELLES (1970). - Colloques nationaux du C.N.R.S. n° 923 - Ed. du C.N.R.S. Paris.
- TRAITE DE MICROSCOPIE ELECTRONIQUE (1961). - Dirigé par C. MAGNAN. Heermann Ed. Paris.

INDEX ARCHEOLOGIQUE

- At Khanoum, p. 15, 90
 Akamas, 104, 167, 169
 Akhera, 117, 123, 134, 139, 141
 Alise Ste Reine, 15, 52, 61, 63, 97
 Amathus, 99
 Ambelikou, 113, 114, 123, 124
 Anatolie, 130, 147, 159, 160
 Angastina, 104, 171
 Apliki, 39, 143
 Ardhana, 115, 170
 Argolide, 178
 Ashdod, 121, 163
 Attique, 5, 17, 121, 134
 Ayia Irini, 117, 139
 Ayia Napa, 114
 Barbirey, 15, 53, 93
 Bellapais, 171
 Base-Ring W. 61, 119, 120, 128, 129,
 130-133, 166, 167, 174, 178
 Bichrome Palestinian W. 119, 120, 134
 144, 145, 147, 176
 Black-on-Red, 149
 Black polish, 120
 Black punctured, 116, 119, 120, 127, 145,
 166, 175
 Black slip, 119, 127, 130, 145
 Bogazköy, 147
 Buccheri W. 119, 120, 164, 166
 Byblos, 62, 121
 Capdenac, 15, 93
 Cape Dolos, 169
 Chaîne de Kyrenia, 170, 171, 178
 Chabestan, 8, 15, 102
 Chamotte, 37, 150, 157
 Charigny, 15, 93
 Cnossos, 121, 157
 Coarse W. 165
 Colophon 121, 160
 Combed W., 116
 Composite W. 119, 126, 127, 175
 Crête, 3, 157, 158
 Crête-mycénienne, 77, 78, 119, 144,
 149, 150
 Cuivre (Mines de) 143, 168
 Dark-on-Light, 150
 Dhali, 114
 Djebel Qalaa, 35, 91
 Egée. Céramique égéenne 116, 130, 149-
 158
 Egypte, 1, 8, 116, 134, 178
 Elburz, 62
 Enkomi A.S.C. 53, 63, 99, 100, 101, 115
 116, 117, 118, 151, 163, 171
 Erimi, 113, 116
 Figurines mycéniennes, 158
 Gaidouras, 104, 171
 Galata, 104, 167
 Gallo-romaines (Céramiques), 26, 39, 90
 Granary style, 163
 Grises (Céramiques) et réduction : 5, 78, 87,
 97, 130, 175, 178

(2)

- Halaf, 100
Hala-Sultan-Tekké, 115, 137, 162
Hissarlik-Troie, 121, 159
Hyksos, 118, 175
Kalavassos, 113, 116, 134
Kalimnos, 158
Kalogréa, 115, 170
Kalopsidha 93, 97, 115, 118, 123, 125, 126, 127, 176
Kamarès, 121, 157 (Camarès)
Kambia, 143, 169
Kato-Moni 123, 124, 125
Karmi, 104, 125, 126, 150, 171
Kellaki 104, 167
Khabour, 146
Khirbet-Kerak 49, 65, 85, 116, 177
Khirokitia, 113, 114
Kition, 114, 116, 117, 118
Kornos, 104, 167
Kos (Cos), 33, 121, 151
Kouklia-Mantissa, 158
Kourion, 118
Kurdistan, 1
Kyrenia, 170
Kythrea, 114, 121
Lackish, 156
Lapithos, 113, 114, 125, 126, 150
Larnaka-tis-Lapithou, 104, 170
Late III Decorated, 64, 119, 166, 171
Linou, 123, 126
Lusigny, 15, 53
Mamonia, 106, 169, 177
Mésaoria, 101, 161, 165, 171, 176
Mésopotamie, 1, 98
Metallic Ware, 6
Mia Miléa, 104, 170
Milea, 117, 118
Milet, 29, 121, 158
Milos, (Melos), 121, 158
Minaret de Jam, 15, 101
Minyan W. (Grey) 29, 63, 119, 120, 144, 150, 159, 160, 178
Monochrome W. 62, 119, 120, 129, 166, 167, 174, 176, 178
Mosphiloti, 143
Mycènes, 121, 153, 163
Mycénien II B - III A₂, 41, 42, 63, 64, 77, 78, 79, 80, 82, 120, 144, 150, 166, 174, 178 ; III B, 120, 174, 178 ;
A décor bichrome, 157 ; III C₁, 99, 100, 118, 119, 120, 161, 163, 170, 171, 179, 166 ; III C₂, 18, 101, 118, 120, 166, 174.
Myrtou, 114, 117, 118, 129
Noire imprégnée (Céramique) 4, 25, 49, 54, 65, 85, 86, 93, 94, 177
Obelid, 63, 64
Oigny, 15, 18
Orga, 113, 169
Ovgos, 104, 170
Pakhna, 106, 170
Palaikastro, 121, 152
Paleapaphos 118, 149, 169
Palestinian Bichrome W. ; voir : Bichrome Ware
Pendaya, 134
Perapedhi, 116, 169

- Parekkliissa, 169
 Petra, 80
 Peuple de la Mer (Achéens, Phislistins), 118, 161
 Philia, 116
 Phini, 104, 167
 Phocée, 121, 160
 Plain White W-M, 119, 120, 164, 171
 Platinisso (Karpashia), 169
 Polis-tou-Chrysokou, 104, 118
 Prodhromi, 104, 171
 Pyla, 36, 117, 118, 123, 124, 125, 127, 170
 Ras-Shamra, 121, 160
 Red/Black Polished W. 85, 126, 177
 Red-Coarse W. 120, 162, 166, 167
 Red Lustrous W. 49, 77, 78, 79, 80, 82, 119, 120, 130, 145, 176
 Red-on-Black W. 118
 Red-on-White W. 116
 Red Polish W. 116, 119, 120, 123-126, 130, 166, 167, 170, 174, 177, 178
 Red-on-Red W. 81, 118, 127, 166
 Red Slip W. 120, 145
 "Rope pattern" 141
 Rude style, 120, 156, 158, 166, 179
 Sahara, 7
 Scories, 39, 138, 168
 Sha, 116, 117, 143
 Sigillée, 96
 Sinda, 96, 117, 161, 162, 163, 164
 Skouriotissa, 143, 169
 Stephania, 130
 Strongylos, 171
 Style du Palais, 157
 Syrian W. 119, 120
 Syrie Palestine 1, 100, 120, 134, 156, 176
 Tell Far^Cah, 62, 91, 96
 Tell Ramad 1, 53, 101
 Tell Siano, 101
 Tell Yahouhie, 116, 119, 121, 174, 175
 Terra Sigillata, 2
 Thera, 121, 158
 Troie-Hissarlik, 121, 159
 Trouhaut, 15, 52
 Troodos, 167, 169, 170, 177, 178
 Troulli, 113, 116, 167, 169, 170, 177, 178
 Turang Tepe, 52
 Uruk, 3
 Vardar (Zone du), 157, 160
 Vasilia, 104, 123, 125, 126, 170, 171, 179
 Vix, 15, 93, 99
 Vounous, 113, 123, 124, 125
 White slip W., 21, 31, 42, 119, 120, 128, 129, 134, 141, 143, 166, 167, 169, 178
 White painted W., 126, 130, 134, 145, 166, 170, 171, 174, 175, 177, 178, 179
 Yalousa, 169
 Yali, 158
 Zagro, 121, 152
 Zakaki, 104, 167

Série : U

N° : 44

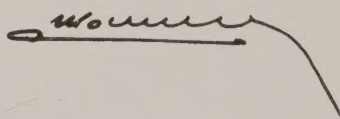
VU ET PERMIS D'IMPRIMER

(décret n° 67-750 du 29 Août 1967)

Clermont-Ferrand, le 28 Mai 1971.

Le Président,




R. KOHLMÜLLER

